INTRODUZIONE

ALLA

STORIA NATURALE

OSSIA

DEL MODO DI ESISTERE DEGLI ESSERI TERRESTRI

DI LEONARDO DOVERI

Professore di Fisica e Chimica nell' I. e R. Liceo militare Arciduca Ferdinando.

FIRENZE.

FELICE LE MONNIER.

1859.

Prezzo: Paoli 4.

INTRODUZIONE ALLA STORIA NATURALE.

INTRODUZIONE

ALLA

STORIA NATURALE

OSSIA

DEL MODO DI ESISTERE DEGLI ESSERI TERRESTRI

DI LEONARDO DOVERI

Professore di Fisica e Chimica
nell' I. e R. Liceo militare Arciduca Ferdinando.

FIRENZE.

FELICE LE MONNIER.

—

1859.

PREFAZIONE.

Questa breve operetta, che io dedico alla gioventù studiosa, comprende le sole generalità della storia naturale, e mira essenzialmente a porre in rilievo le differenze che distinguono i tre regni della natura, non che a mostrare il vario modo di esistere degli animali, delle piante e dei minerali. Perciò la parte che riguarda gli esseri organizzati si compone delle più importanti nozioni di anatomia e di fisiologia animale e vegetabile, mentre quella concernente i minerali, prendendo a considerare questi esseri siccome i materiali costituenti la corteccia del globo terrestre, dà idea della loro formazione e dell'attuale loro distribuzione alla superficie della terra. Tale si fu il soggetto di una serie di articoli che io pubblicai alcuni anni indietro nel giornaletto educativo le *Letture di Famiglia;* e son questi che ora, raccolti sotto il titolo d'*Introduzione alla Storia naturale*, formano il presente volumetto.

L'oggetto che mi spinse a pubblicarli, fu quello di richiamare l'attenzione degli educatori e dei maestri su questa parte importante d'istruzione, la quale, a mio avviso, è stata di troppo trascu-

rata fin qui nelle scuole elementari. Mi è infatti accaduto frequentemente d'incontrare dei giovanetti, i quali, sebbene avessero compiuto il corso delle lettere e delle matematiche elementari ed intraprendessero lo studio della fisica e della filosofia, non possedevano la benchè minima nozione intorno agli esseri della natura. A questo difetto, che parmi assai grave, farebbe d'uopo ovviare introducendo nelle scuole l'insegnamento degli elementi della storia naturale, ed in particolar modo quello delle nozioni generali che formano il soggetto del presente trattatello, le quali indubitatamente contribuiscono assai più allo sviluppo della intelligenza che la descrizione di un certo numero di esseri viventi o bruti, scelti senza ordine e discernimento tra la innumerevole loro serie.

Inoltre, queste generalità della scienza sono quelle che più intimamente si connettono alle altre fisiche discipline, e formano in certo modo una fisica speciale, comprendente tutti quei fenomeni che costituiscono la vita delle creature terrestri e quella del globo stesso che le accoglie.

Se la mia operetta raggiungesse lo scopo di generale utilità che mi sono proposto, od anche servisse ad allettare alcuno allo studio delle scienze naturali, stimerei di aver ottenuto un adeguato compenso alle mie fatiche.

INTRODUZIONE ALLA STORIA NATURALE.

OGGETTO DELLA STORIA NATURALE.

Gl'innumerevoli corpi di cui la natura ci ha circondati, e che servono di sovente ai nostri bisogni, ci si presentano ora simili fra di loro, ed ora differentissimi, vale a dire dotati di apparenze e proprietà molto diverse. Alcuni somiglianti sotto certi rapporti, diversificano poi per molti altri, in guisa che numerosissimi sono i gradi di analogia fra gli esseri della natura. L'umano ingegno, instancabile indagatore delle leggi e dei segreti di questa eterna fattrice, ha diretto le sue ricerche anche su questo campo fecondo, a fine di conoscere non solo le differenze e i rapporti esistenti fra le infinite creature della mano di Dio, ma ben anco i fenomeni di cui desse sono la sede, e l'ufficio cui sono destinate nell'insieme della creazione. I resultati di siffatte indagini hanno costituito quella scienza che vien distinta col nome di Storia Naturale;

nome vastissimo invero, imperocchè significhi narrazione di quanto esiste ed accade in natura, e di quanto vi esistè ed accadde fino dai tempi più lontani da noi, e di cui non di meno rimane ancora qualche vestigio. Ma così immenso soggetto non costituisce più oggidì una sola scienza. Lo studio di quei corpi lanciati all' origine del mondo negl' immensi spazi del cielo, ove proseguono ad aggirarsi con movimenti regolari e invariabili, e che ad onta della smisurata loro grandezza appariscono al nostro sguardo quai globi luminosi, o quali risplendenti scintille, appartiene all' Astronomia. Le proprietà comuni a tutti i corpi indipendentemente dalla particolare loro natura, e i fenomeni che si producono alla superficie del globo terrestre, in grazia di quelli agenti che diconsi calorico, elettricità e luce, sono presi a studiare dalla Fisica. La Storia Naturale si limita all' indagine della conformazione e del modo di esistere degli esseri situati alla superficie del globo terrestre, e delle qualità per le quali differiscono fra loro. Poche scienze riescono dilettevoli ed utili al pari di questa. Il racconto delle abitudini dei vari animali, la descrizione del modo con cui vivono e si riproducono le piante, la conoscenza infine di quelli esseri bruti fra i quali trovansi il diamante, le pietre preziose, l' oro, l' argento e tutti i metalli, bastano ad eccitare la curiosità e l' interesse ben anco delle persone più incolte. Onde poi valutare l' utile di questa scienza basti ricordare gl' innumerevoli prodotti che servono quotidianamente ai nostri usi, e di cui

essa ci addita la natura e l'origine. Chi vorrebbe oggidì ignorare d'onde provengono quei tessuti di lana, di cotone, di lino e di seta di cui ci rivestiamo, quelle pellicce che ci difendono dal freddo, e quelle gemme di cui il lusso si adorna? Chi non si sente trasportato dal bisogno di sapere quali sono gli esseri animati che popolano le regioni più lontane da noi, e le piante che ne rivestono il suolo? Il commercio c'invia da tutte le parti del mondo dei prodotti utili e ricchi, dei quali non conosceremmo la natura se il naturalista non fosse. L'agricoltore riceve anch'egli non lieve sussidio dalla Storia Naturale, imperocchè gli addita, colla scorta di lunghe osservazioni e di non fallaci giudizi, quali terreni prediligono le piante che prende a coltivare, quali cure convengono alla prosperità loro, qual regime sia più atto a dar vigore agli animali domestici che lo aiutano nel penoso lavoro della coltivazione, o ad ottenere migliori le carni, il latte, la lana e la seta.

Non v'ha poi forse altra scienza che al pari di questa manifesti la somma sapienza del Creatore, sia che si consideri la maravigliosa distribuzione degli esseri alla superfice del globo, o che si prendano a studiare gli stupendi e svariati artifizi, mediante i quali la vita si mantiene negli animali e nelle piante.

DIVISIONE DEGLI ESSERI TERRESTRI.

Gli esseri terrestri si dividono in due grandi classi, cioè in esseri *viventi* ed in esseri *bruti*, secondo che sono o no dotati di vita. È dotato di vita ogni essere che nasce, cresce e muore; mentre è privo di vita ogni essere che è esistito fino dall' epoca della creazione o che si è prodotto posteriormente per l' azione di qualche agente esterno sopra alcuno dei materiali già esistenti, e che di per sè stesso non cresce, nè va soggetto a perire.

La vita è il resultato dell' *organizzazione*, cioè di un insieme di parti solide e liquide, che reagiscono continuamente le une sulle altre in grazia d' una particolare attività di cui sono dotate.

Gli animali e le piante costituiscono gli esseri *viventi* o *organici;* i minerali, ossia le pietre, costituiscono gli esseri *bruti* o *inorganici*. — Nei primi vediamo delle parti solide formare dei tessuti e dei canali, attraverso i quali circolano di continuo dei liquidi che recano dall' esterno il nutrimento che serve ad accrescerli; nei secondi non scorgiamo parti di natura diversa e dotate di qualche attività, ma invece li vediamo formati di parti omogenee ed inerti, le quali non hanno bisogno di nutrimento per proseguire ad esistere. L' uomo, per esempio, e gli altri animali più noti, sono costituiti di ossa, di nervi, di

muscoli, di arterie e di vene, ed il sangue scorre di continuo nelle loro membra, recandovi nuovi materiali propri a rimpiazzare quelli che si vanno continuamente distruggendo; le piante sono pure costituite di fibre e di canali, attraverso i quali circola un fluido acquoso assorbito dal suolo, che è detto linfa, e che è pure destinato al loro accrescimento. In una pietra, in un marmo invece tutte le parti sono eguali fra loro, non soggette a deteriorare o a distruggersi per l'effetto della loro propria esistenza, nè fra di esse circola alcun fluido vivificatore destinato a rinnovarle.

L'animale e il vegetabile nascono sempre da esseri a loro simili; il minerale non è mai capace di produrre un essere simile a sè.

L'accrescimento cui vanno soggetti gli esseri organizzati è la conseguenza della loro produzione. I germi da cui sviluppansi sono piccolissimi: una quercia nasce da una ghianda, un coccodrillo da un uovo; quindi il bisogno di crescere per raggiungere le dimensioni degli esseri da cui provengono. L'accrescimento non può aver luogo senza aumento di materia, e questa non può esser tratta che dai corpi circostanti. Gli esseri organizzati appropriansi adunque delle sostanze estranee, e le incorporano alla loro sostanza, compiendo in tal modo quella funzione che vien detta *nutrizione*.

L'accrescimento degli esseri organici si fa dall'interno all'esterno, imperocchè i nuovi materiali che acquistano non si depositano sulla esterna loro super-

fioie, ma penetrano nel profondo della loro sostanza per unirsi alle molecole già esistenti.

Se un minerale aumenta di volume, ciò non avviene che per cause estranee alla sua esistenza, ed il suo accrescimento si fa sempre all'esterno, cioè a dire per sovrapposizione di parti. Tale si è il modo di crescere di certe produzioni minerali denominate stalattiti, le quali sono specie di cilindri pietrosi che pendono dalla volta delle grotte sotterranee, dove di continuo stillano delle acque provenienti dall'interno dei monti. Questi cilindri, in origine molto sottili, vanno gradatamente ingrossando pel continuo deposito che lasciano sulla loro superficie le acque che sopra vi stillano.

Negli esseri organizzati la continua attività delle parti ne produce il consumo, perchè non v'ha alcuna cosa al mondo che nell'uso prolungato non vada soggetta ad alterarsi; anzi negli esseri organizzati quest'alterazione di parti è incessante, e quindi incessante è in essi il bisogno di rinnovarle. Perciò negli esseri viventi la nutrizione non ha per ufficio soltanto di accrescerli, ma ancora di ricostituirli continuamente.

Negli esseri bruti, atteso il continuo stato di riposo, le interne parti non vanno soggette ad alterarsi, e quindi non han d'uopo di rinnovamento.

In ogni essere vivente giunge un'epoca in cui l'organismo trovasi talmente alterato da non essere più capace di azione. Allora quell'interno movimento che costituisce la vita si estingue, e l'essere muore.

La morte è adunque una necessaria conseguenza della vita.

I minerali continuano ad esistere finchè una forza estranea non li distrugge.

L'effetto distruttore della morte è compensato negli esseri viventi da un'altra proprietà ad essi comune, voglio dire la facoltà di riprodursi, ossia di dare origine ad esseri a loro simili e destinati a rimpiazzarli dopo la morte. In grazia di questa provvida legge le diverse specie dei corpi viventi si perpetuano sulla terra.

Riassumendo in brevi parole queste essenziali differenze fra gli esseri viventi e i minerali, diremo che i primi si distinguono dai secondi per le seguenti proprietà: in primo luogo sono *organizzati*, cioè a dire dotati di un' attività particolare che si manifesta all' esterno con dei movimenti più o meno sensibili, inerenti alla loro natura e indipendenti da ogni esterna influenza; quindi si *nutrono;* cambiando le loro parti alterate con delle nuove che tolgono al mondo esterno; in terzo luogo si *riproducono* dando origine a degli esseri a loro simili; infine *muoiono* allorquando i loro organi invecchiati non sono più atti a riparare le perdite per mezzo della nutrizione. I minerali ci offrono delle proprietà affatto opposte. In primo luogo non presentano mai quella combinazione di parti solide e liquide che costituisce l' organismo, giacchè tutte le loro parti sono *omogenee* e perfettamente simili: essi non possono adunque possedere alcuno degli attributi

dipendenti dall' organizzazione; non si nutriscono nè si riproducono, e sarebbero *imperituri* se gli agenti esterni non venissero talvolta a distruggerli, o per meglio dire a trasformarli.

Le due grandi sezioni, nelle quali i naturalisti hanno diviso gli esseri che trovansi naturalmente sul globo terrestre, sono state distinte col nome di *regni:* dicesi *regno organico* quello comprendente gli esseri viventi, *regno inorganico* quello in cui sono compresi i *minerali.*

—

REGNO ORGANICO.

Sebbene il numero degli organi che costituiscono il corpo vivente sia in certe specie molto considerevole come negli animali superiori, quali sono l'uomo, i quadrupedi e gli uccelli, non di meno non sono tutti egualmente utili all' esercizio della vita; uno solo può anzi rigorosamente dirsi essenziale; ed è il tessuto cellulare, sostanza spugnosa ed elastica che serve di base a tutte le altre dell' organismo, di cui tutte le interne cavità comunicano fra di loro in guisa da permettere ai fluidi organici di muoversi liberamente in tutte le parti del corpo al quale appartengono. Questi liquidi, che circolano incessantemente nell' interno dell' essere organizzato, divengono il veicolo delle sostanze nutritive necessarie alla sua conservazione e

delle parti alterate che debbono esser rigettate all'esterno. Ma un organismo tanto semplice, vale a dire costituito del solo tessuto cellulare e del fluido nutritore in esso scorrente, non si osserva che in piccolissimo numero di esseri organizzati; l'immensa maggiorità oltre questi due elementi presenta delle *glandole* e dei *vasi*. Le prime sono specie di filtri complicati, nei quali i fluidi organici si modificano in guisa da acquistare proprietà affatto diverse da quelle che avevano prima, a fine di divenire propri a nuovi usi. Mediante l'azione di questi organi la linfa, vale a dire il succo nutritore delle piante, si trasforma nell'euforbia in un sugo lattiginoso e caustico, nell'ortica in un sugo acre e abbruciante, nell'arancio in un olio essenziale, in tutti i fiori in un sugo dolce e zuccherino. Parimente il sangue degli animali per mezzo delle glandole si trasforma nella bocca in saliva, in latte nelle mammelle, in bile nel fegato, in mucco nella lumaca, in veleno nella vipera e nello scorpione. I vasi poi sono semplici canali destinati a trasportare i diversi liquidi nelle parti del corpo in cui sono necessari, o a trasportarli al di fuori quando sono inutili.

Perciò il tessuto cellulare, le glandole ed i vasi, insieme ad una certa quantità di liquidi costituiscono realmente gli elementi essenziali di tutti i corpi viventi, e sono gl'istrumenti di tutti i fenomeni che accadono in essi. Ma la natura ha saputo con arte ammirabile variare e combinare in infiniti modi questo scarso numero di organi in guisa da renderli propri

agli usi svariatissimi cui son destinati nella innumerevole serie degli esseri viventi che estendesi dall'uomo fino alle alghe ed alle conferve. Vi ha nondimeno un gran numero di esseri viventi che la natura ha per così dire privilegiati col dotarli di facoltà che ad altri non sono concesse, e di organi destinati ad eseguirle. Sono quelli che hanno la facoltà di ricevere dagli oggetti esterni delle impressioni e di averne la coscienza, e che possono inoltre porsi in comunicazione coi medesimi, ed avvicinarvisi o allontanarvisi secondo che le impressioni che ne ricevono sono piacevoli o sgradevoli. Queste facoltà sono state designate coi nomi di *sensibilità* e di *semovenza*, e si son detti *esseri animati* o semplicemente *animali* quelli che ne sono provvisti.

Gli esseri viventi *inanimati*, cioè a dire privi della facoltà di sentire e di muoversi a volontà, sono le *piante*. In queste si effettuano soltanto la nutrizione e la riproduzione: esse sono la sede della sola vita vegetativa. Un albero rimane immobile nel posto che l'ha visto nascere, nè alcuna sua parte è capace di volontario movimento; l'ascia penetra nelle sue parti e lo abbatte, senza che alcun segno esterno ci avverta se soffre.

Ma esistono anche altre differenze fra queste due classi di esseri. Il modo con cui eseguiscono le funzioni della vita vegetativa non è lo stesso. Gli animali si nutrono assai diversamente dalle piante. I primi non trovano da per tutto e ad ogni istante il nutrimento necessario alla loro esistenza; quindi occorre

che ne provvedano di tratto in tratto in quantità sufficiente a servir loro nel tempo che ne son privi; perciò la natura li ha forniti di un serbatoio interno, che è lo stomaco, nel quale raccolgono una certa quantità di nutrimento. I vegetabili, destinati a rimanere immobili, sono continuamente circondati dalle sostanze alimentari di cui hanno bisogno, che son l'aria e l'umidità; quindi non sono provvisti di organi atti ad accumulare gli alimenti, ma tutte le parti del loro corpo si nutrono al tempo stesso. Le radici assorbono l'umidità dal suolo; i fusti, i rami e le foglie l'aria in mezzo a cui si espandono. Inoltre la struttura degli animali è ordinariamente più complicata di quella delle piante. Queste sono costituite soltanto di tessuto cellulare e di glandole; nei primi troviamo sempre il sistema nervoso, che è la sede della sensibilità, il quale manca assolutamente alle piante; inoltre sono costituiti d'ossa, di muscoli, di vasi di diversa specie e di differenti membrane.

Sono così notabili queste differenze, che nel maggior numero dei casi si potrà distinguere ad un tratto un animale da una pianta. Non di meno tale distinzione non è più così facile quando si discende dal paragone degli animali più perfetti colle piante più perfette, a quello degli animali più semplici con alcune specie vegetabili. Allora vedesi che i caratteri più importanti, come la facoltà di cambiar posto, la sensibilità e l'esistenza di un serbatoio per gli alimenti spariscono in vari animali, mentre certe piante come

la sensitiva e le conferve eseguiscono dei movimenti variati ed estesi; altre, come i colchichi e le orchidi, possono insensibilmente cambiar posto, in grazia del modo con cui rinnuovansi i loro bulbi; e in alcune, come per esempio in certe piante acquatiche dette vallisnerie, non v' ha solo facoltà di muoversi, ma ben anco un' apparente manifestazione di volontà, per cui, nell' epoca della fioritura, un fiore si accosta all' altro, che gli era lontano, per fecondarlo. Questi fatti e molti altri dello stesso genere stanno a provarci che le differenze esistenti fra questi due regni della natura non sono tanto assolute come sembra a primo aspetto, e che tutti gli esseri organizzati formano una catena di rado interrotta.

—

REGNO ANIMALE.

Gettando uno sguardo alla immensa quantità di animali che vivono sulla superficie del globo, si è tosto maravigliati della varietà delle forme, dei colori e delle dimensioni; ma se poi ci facciamo ad esaminare con attenzione e a studiare con diligenza la struttura di ogni essere, e si osserva la perfezione che esiste in tutti i loro organi, la regolarità delle loro funzioni, e consideriamo come dalla balena e dagli altri enormi cetacei, che sono le masse animate più considerevoli, fino agli animali infusorj, la cui piccio-

lezza li nasconde alla nostra vista, tutti questi esseri hanno un organismo perfettamente eguale in ogni individuo della stessa specie; e come quest' organismo si modifica a seconda del genere di vita e delle abitudini dell' animale, cioè a dire secondo che esso appoggiasi sulla terra, o vive nel seno delle acque, o in mezzo all' atmosfera; ci è forza ammirare l' ordine stupendo che presiede a tutte le opere della Provvidenza.

È difficile dare degli animali una definizione esatta che possa applicarsi a tutti indistintamente, imperocchè abbiamo già indicato, come in qualche caso una pianta possa, per le facoltà di cui è dotata, confondersi coll' animale, ed un animale con una pianta. Non di meno, per quanto grandi sieno le analogie che possono esistere fra queste due grandi classi di esseri organici, si distinguerà sempre un animale da un vegetabile, osservando che il primo ha dei nervi, dei muscoli ed uno stomaco, e che in conseguenza sente, si muove e digerisce. Questi tre principali caratteri potranno, è vero, non esistere simultaneamente nello stesso animale, ma uno d' essi vi si riscontrerà certamente per conservarvi il tipo o l' impronta dell' animalità. Così certi animali potranno esser privi di canal digerente, come gl' infusorj, mancare di nervi, come la maggior parte dei polipi; ma la loro facoltà di muoversi e di traslocarsi spontaneamente, basterà a farli riconoscere per animali. I movimenti che effettuano certe piante, come la sensitiva,

non possono confondersi con quelli degli animali. In questi sono il resultato di una causa interna, e sono sotto la dipendenza del sistema nervoso; in quelle vengono eccitati da azioni esterne e non sono dovuti che ad una proprietà comune a tutti i tessuti degli esseri organizzati, vale a dire l'irritabilità, che è affatto indipendente dalla esistenza e dalle funzioni del sistema nervoso.

—

FUNZIONI DEGLI ANIMALI.

Le funzioni costituenti la vita animale hanno due oggetti: la conservazione dell' individuo, e la conservazione della sua specie; ma fra le prime deve stabilirsi una importante distinzione. Alcune provvedono al mantenimento ed all' accrescimento del corpo; le altre servono a porre l' animale in rapporto cogli esseri che lo circondano. Le funzioni di riproduzione hanno per resultato la formazione di nuovi esseri simili a quelli da cui provengono. Adunque le funzioni o atti della vita degli animali possono dividersi in tre grandi classi, cioè: funzioni di *nutrizione*, funzioni di *relazione* e funzioni di *generazione*. Le funzioni di nutrizione e di generazione essendo, come abbiamo già detto, comuni alle piante ed agli animali, hanno ricevuto il nome di funzioni della *vita vegetale*, mentre quelle di *relazione* essendo proprie a questi ultimi

soltanto, costituiscono ciò che i fisiologi chiamano *vita animale*.

Il modo col quale effettuansi le funzioni degli animali è estremamente variabile. In alcuni questi atti sono poco numerosi, e la vita non si manifesta che per un piccolo numero di facoltà; in altri invece si osservano i fenomeni più variabili; ed in questi esistono molte facoltà di cui i primi non sono dotati. Ora ciascuno di questi fenomeni è il resultato dell'azione d'una parte qualunque del corpo; e l'osservazione, come anche il solo raziocinio provano, che il modo d'azione d'un organo dipende sempre dalla sua intima natura, dalla sua struttura e dalle altre sue proprietà. Ne segue che l'organizzazione dei diversi animali deve offrire la stessa mancanza di uniformità che osservasi nel modo col quale questi esseri compiono le tre sorta di funzioni di cui abbiamo discorso.

Negli animali le cui facoltà sono più limitate ed in cui la vita è più semplice, il corpo presenta in ogni sua parte la stessa struttura. Le parti che lo compongono sono tutte simili fra loro, e l'identità di organizzazione cagionando anche identità di azione, l'interno di questi esseri può paragonarsi ad un laboratorio in cui tutti gli operai fossero impiegati ad eseguire dei lavori simili, e dove in conseguenza il loro numero influirebbe sulla quantità e non sulla natura dei prodotti. Ciascuna delle parti del corpo compie le stesse funzioni delle parti vicine, e la vita generale dell'individuo si compone di quei fenomeni soltanto

che caratterizzano la vita di una qualunque di queste parti.

Ma a misura che c' inalziamo nella serie degli esseri avvicinandoci all'uomo, vedesi l' organismo sempre più complicarsi: il corpo di ogni animale viene a comporsi di parti sempre più differenti sia per la forma e la struttura che pel modo di agire, e la vita dell' individuo resulta dal concorso di un numero sempre più considerevole d' istrumenti dotati di differenti facoltà. Perciò, quanto maggiormente la vita di un animale si compone di fenomeni variabili, tanto più squisite sono le sue facoltà, e tanto più complicata è l'organizzazione del suo corpo.

Negli esseri più perfetti adunque, poichè le varie funzioni sono localizzate, la distruzione di una parte qualunque del corpo deve produrre uno sconcerto tanto più considerevole quanto più importante è per la vita l' organo che viene a distruggersi. Negli animali più semplici invece, in cui tutte le parti agiscono presso a poco nella stessa guisa, la distruzione di una parte del corpo non deve recar nessun danno. Questo è infatti ciò che si osserva in certi animali semplicissimi che i naturalisti distinguono col nome di *polipi di acqua dolce* o *idre*. Il loro corpo può dividersi in un grandissimo numero di frammenti senza che perciò il movimento vitale vi si arresti; anzi ogni frammento per l' eccitazione prodottavi acquista un insolito sviluppo, e bentosto costituisce un nuovo animale simile per la forma e pel modo di esistere a quello da

cui deriva. Ascendendo alquanto la scala animale, incontriamo degli esseri nei quali benchè la struttura sia meno uniforme che nei polipi, non di meno è possibile una divisione simile a quella di cui abbiamo discorso. Tali sono per esempio i *lombrichi terrestri* o *vermi di terra*. Il corpo di questi animali è cilindrico, allungato, diviso in segmenti, e vi si distinguono diverse parti destinate a funzioni differenti; così vi si osserva una cavità destinata alla digestione, dei canali atti a condurre le sostanze nutritive in ogni parte del corpo, un apparecchio che è la sede della facoltà di sentire e di determinare i movimenti, ed infine degli organi destinati unicamente alla locomozione. Ma queste diverse parti si estendono uniformemente da un'estremità all'altra del corpo, in guisa che ogni segmento trasverso dell'animale non differisce dagli altri, e rappresenta per così dire l'intiero animale. Perciò è facile concepire che mentre sarà impossibile la divisione in ogni verso di un lombrico terrestre, come in un polipo, sarà non di meno possibile nel verso trasversale, e che ciascuno dei frammenti dell'animale così diviso potrà continuare a vivere, accrescersi e costituire un nuovo individuo.

Proseguendo ad inalzarci nella serie degli esseri animati, si osserva una maggior distinzione fra le varie parti del corpo; in ognuna v'è un apparecchio particolare destinato a compiere una funzione speciale, ond'è che la perdita di ogni porzione del corpo priva l'animale di qualche facoltà, e produce nell'eco-

nomia un turbamento tanto maggiore quanto più grande è l'importanza di questa facoltà al mantenimento della vita.

—

TESSUTI DELL'ORGANISMO ANIMALE.

Prima di fare un rapido esame delle funzioni animali, specialmente di quelle che si compiono nei più perfetti di questi esseri, entreremo in qualche particolarità relativa ai tessuti che ne compongono gli organi.

Il corpo degli animali contiene un numero considerevole d'organi diversi, ma quando si esamina comparativamente la struttura di queste diverse parti si ha luogo di convincersi che i materiali che lo compongono sono assai meno diversi di quanto si sarebbe ad un tratto supposto. Sono infatti gli stessi tessuti diversamente combinati e rivestenti delle particolari forme che costituiscono la maggior parte dei nostri organi. I principali tessuti organici sono in numero di tre, cioè i tessuti muscolare, nervoso e cellulare.

Il tessuto muscolare costituisce ciò che volgarmente distinguesi col nome di carne degli animali; esso è l'agente produttore di tutti i loro movimenti, e consiste sempre in fibre suscettibili di raccorciarsi. Talvolta queste fibre sono per così dire disseminate

nella sostanza dei nostri organi; altra volta sono riunite in masse e costituiscono i muscoli; ma qualunque sia la loro disposizione, si distinguono sempre alla loro facoltà contrattile; e nel corpo umano, come in quello della maggior parte degli animali, riscontransi in tutte quelle parti che debbono effettuare dei movimenti.

Il *tessuto nerveo* è una sostanza molle e ordinariamente biancastra che costituisce il cervello ed i nervi, ed è la sede della facoltà di sentire. Quando tratteremo delle funzioni di relazione avremo occasione di studiarne gli usi e le proprietà.

Infine il *tessuto cellulare*, così chiamato a motivo della sua struttura areolare e spungiosa, è di tutti i materiali costituenti i nostri organi, quello che esiste con maggior profusione. Negli animali i più semplici forma quasi la totalità del corpo, e nei più perfetti, come nell'uomo, questo tessuto esiste in istrati più o meno grossi fra tutti gli organi, riempiendo gl' interstizi che questi lasciano fra loro, e forma per così dire il cemento di tutte le parti dell'organismo. Modificandosi in varia guisa dà origine alle membrane e a moltissimi altri tessuti, ed è sempre nelle sue cellule che si deposita il grasso degli animali.

La sostanza che costituisce il tessuto cellulare è biancastra, semitrasparente e molto elastica, forma dei filamenti e delle lamine più o meno complete riunite irregolarmente in guisa da formare delle cellule di varia grandezza e a pareti incomplete, talmente che

comunicano fra di loro e lasciano libero passaggio ai fluidi che debbono traversarle; infine sono sempre imbevute di un liquido acquoso ed albuminoso conosciuto col nome di *sierosità*. La comunicazione esistente fra le cellule del tessuto cellulare è facile a dimostrarsi: se praticasi un foro nella pelle di un animale appena ucciso, e mediante questo foro si soffia dell'aria nel tessuto cellulare compreso fra la pelle ed il corpo, questo fluido vi penetra e lo distende gonfiandolo considerevolmente. Ciò praticano comunemente i macellari per fare acquistare migliore apparenza alla carne che smerciano.

Gli altri tessuti che insieme ai precedenti concorrono alla formazione delle diverse parti del corpo degli animali superiori sono le membrane sierose e muccose, le differenti varietà del tessuto fibroso, come i tendini, le aponevrosi ec., le cartilagini, le ossa ec.; ma sembra che sieno realmente modificazioni diverse del tessuto cellulare. Infatti veggonsi spesso svilupparsi per cause accidentali a spese del tessuto cellulare. Così, per esempio, ogni volta che il tessuto cellulare è sottoposto ad una pressione o ad una confricazione continua, si trasforma in una membrana sierosa; quando rimane in contatto per un certo tempo con un liquido irritante prende tutti i caratteri delle membrane muccose; sotto l'influenza di una trazione continuata o di una irritazione meccanica forma delle membrane fibrose; ed è da osservarsi che tutte queste membrane

esistono in modo normale nell'economia, là dove appunto agiscono quelle stesse cause che son proprie a determinare accidentalmente la loro formazione. Infine anche le ossa sembrano formate di tessuto cellulare nelle cui cellule si sono depositate delle sostanze terrose.

FUNZIONI DI NUTRIZIONE.

La nutrizione degli esseri viventi consiste, come abbiamo già accennato, nell'introduzione di certe sostanze estranee fino nella profondità dei tessuti, l'insieme dei quali costituisce il corpo, e nella loro assimilazione, cioè a dire nella loro fissazione ai medesimi, dopo che si sono trasformate in sostanze organizzate. Il modo col quale accade l'assimilazione delle sostanze estranee nel corpo vivente è ancora uno dei segreti della natura, abbenchè le scoperte della chimica v'abbiano gettato qualche lampo di luce. Checchè ne sia, è evidente che la prima condizione necessaria alla nutrizione è la facoltà di assorbire le sostanze estranee, cioè a dire di trarle dal mondo esterno e di lasciarle penetrare fino nella profondità dei tessuti. L'*assorbimento* è infatti una funzione comune a tutti gli esseri viventi. Nelle piante basta solo l'assorbimento alla nutrizione, perchè le sostanze assorbite, per essere assimilate non vanno soggette

a trasformazioni, ma penetrano nei tessuti, quali furon tratte dal mondo esterno; negli animali invece i materiali nutritivi hanno bisogno di una certa elaborazione prima di essere assorbiti, e questa elaborazione costituisce il fenomeno della *digestione*, che è uno dei caratteri distintivi degli animali rispetto alle piante. È adunque mediante l'assorbimento che le sostanze tratte direttamente dall' esterno e preparate dall'azione digestiva sono introdotte nell'interno della economia animale, ove mescolansi agli umori del corpo, i quali poscia le spargono ovunque debbono penetrare. In quasi tutti gli animali la distribuzione rapida e regolare delle sostanze nutritive in tutte le parti dell'economia si effettua mediante il corso di un fluido che percorre incessantemente tutto il corpo, e che serve nello stesso tempo a trasportare le molecole alterate che vengono eliminate dalla sostanza degli organi. Questo fluido nutritivo dell' economia animale è il sangue, ed il suo movimento, determinato dall'azione di un apparecchio più o meno complicato, costituisce una terza grande funzione che dicesi *Circolazione*.

Le parti alterate dell' organismo che il sangue trasporta hanno bisogno di esser distrutte ed eliminate. A quest' uopo vanno soggette nella economia ad una vera combustione paragonabile a quella dei combustibili mediante il calore, giacchè l' elemento comburente è lo stesso, ed eguali sono i prodotti. Ognun sa che le combustioni si effettuano in grazia di un principio aeriforme, che forma parte della composi-

zione dell' aria, designato col nome di ossigeno; ed è appunto questo principio che posto in rapporto col sangue ed assorbito incessantemente, ne brucia le parti che debbono essere eliminate. Quest' insieme di azioni costituisce quella funzione che è distinta col nome di *respirazione*.

I prodotti dell'accennata combustione sono espulsi dal corpo allo stato di fluidi, e tale espulsione costituisce il fenomeno dell' *esalazione*.

Infine la creazione della sostanza vivente, destinata ad aumentare la massa dei tessuti o a rimpiazzare le parti distrutte, è un'azione che non deve confondersi con alcuno dei precedenti fenomeni; è l'atto pel quale l' organismo fissa nel suo interno una sostanza estranea, la organizza, e le infonde delle proprietà vitali; e si distingue col nome di *assimilazione*.

Adunque le funzioni di nutrizione consistono essenzialmente nella digestione, nell' assorbimento, nella circolazione, nella respirazione, nell'esalazione e nell'assimilazione.

Digestione.

La *digestione* ha per oggetto di separare la parte nutriente degli alimenti dalle parti che non posseggono facoltà nutrienti e che debbono esser rigettate, e di trasformare la parte nutritiva dei medesimi in un liquido capace di mescolarsi al sangue. Questa elaborazione degli alimenti si effettua principalmente per

l'azione di certi umori, e si produce in una cavità più o meno vasta, la quale riceve questi umori e comunica coll' esterno onde ricevere nel suo interno le sostanze destinate ad esser digerite, e potere anche rigettare le fecce, o il residuo dell' azione digerente. Questa specie di laboratorio è il *canale digestivo,* ed esiste in quasi tutti gli animali, mentre manca assolutamente nelle piante, le quali non hanno mai bisogno di preparare le sostanze nutrienti prima di assorbirle. Gli orifizi di questo canale sono, la *bocca* che serve esclusivamente all' introduzione degli alimenti, e l' *ano* che è specialmente destinato all'egresso del residuo fecale.

Il canal digerente ha ordinariamente la forma di un tubo aperto alle sue due estremità ed allargato verso il suo mezzo, affinchè le sostanze nutritive possano accumularvisi e soggiornarvi più lungamente per esser digerite. Questo rigonfiamento del canale alimentare costituisce quella cavità che è distinta col nome di *stomaco*, ed è la sede dei fenomeni più importanti della digestione.

Si è detto che questa funzione si effettua principalmente per l' azione di diversi umori sopra le sostanze alimentari: questi umori sono preparati da delle glandole che li separano dal sangue; perciò l'apparecchio digestivo non si compone soltanto del canale alimentare, ma anche di diversi organi glandolari situati nell' interno e destinati a versare nella sua cavità dei liquidi di natura particolare. Il numero di

questi organi secretorj varia nei diversi animali, ma in generale sono assai numerosi. I più importanti sono le *glandole salivari*, le *glandole gastriche*, il *fegato* ed il *pancreas*.

Le glandole salivari esistono nella bocca, ed il loro prodotto, la *saliva*, imbeve e rammollisce il nutrimento; le glandole gastriche sono situate sulle pareti dello stomaco, e versano durante la digestione un umore particolare detto *sugo gastrico*, il quale unendosi agli alimenti li cambia in una pasta molle detta *chimo*. Al di là dello stomaco trovansi il fegato ed il pancreas che producono la *bile* ed il *sugo pancreatico*, i quali mescolandosi al chimo lo separano in due parti ben distinte: gli *escrementi* che sono rigettati al di fuori per mezzo dell'ano, ed il *chilo* che è un liquido lattiginoso contenente la parte nutriente degli alimenti. Il versamento dei due accennati umori si fa in quella parte del canale alimentare che dicesi *intestino*, nella quale il cibo penetra dopo aver subíto la digestione stomacale.

Infine la digestione si compie coll'assorbimento del chilo, ossia della sostanza nutritiva estratta dagli alimenti. In un gran numero di animali è solo mediante i vasi sanguigni che effettuasi l'*assorbimento*; questi penetrando negli organi in cui trovansi i fluidi destinati ad essere assorbiti; ma nell'uomo e nella maggior parte degli animali ad organizzazione più complicata esiste un altro sistema di canali che servono allo stesso uso, e che sembrano essere specialmente de-

stinati ad assorbire certe determinate sostanze. È questo il sistema dei vasi *linfatici*. Questi canali nascono con diramazioni estremamente piccole nella profondità dei vari organi, e dopo essersi riuniti in tronchi più o meno grossi vanno infine a sboccare nelle vene. Essi esistono nei mammiferi, negli uccelli, nei rettili e nei pesci, e sono riempiti da un liquido giallastro e trasparente, che è la *linfa*, il quale va a mescolarsi al sangue delle vene. Il canale digerente degli animali è provvisto di un gran numero di vasi linfatici, e sono questi che assorbono i fluidi provenienti dalla digestione delle sostanze alimentari.

Essendo destinati ad assorbire il chilo prodotto dalla digestione, i vasi linfatici del canal digerente hanno ricevuto il nome di *vasi chiliferi*. Essi trasportano questo fluido nutritore in un vaso più grosso chiamato *canale toracico*, il quale lo versa in una vena ove mescesi al sangue, ed è trasportato nel cuore per quindi passare nel polmone a risentire l'azione vivificatrice dell'aria.

Circolazione.

Vediamo adesso come il sangue trasporti e distribuisca in ogni parte del corpo le sostanze nutritive di cui si è arricchito, o in altri termini, come si effettui la *circolazione*.

Il sangue negli animali più perfetti, come nell'uomo, nei mammiferi, negli uccelli, nei rettili e

nei pesci è di color rosso vivo; e negli animali inferiori invece di essere un liquido denso e rosso, è un fluido acquoso, ora affatto incoloro, ora tinto debolmente di giallo, di verde o di rosso. Questi animali chiamavansi una volta *esangui*, perchè si credevano privi di questo fluido; oggi diconsi animali a *sangue bianco;* e son di questa natura gl'insetti, i crostacei, i molluschi, i vermi e gli zoofiti.

Il sangue, in qualunque animale si prenda a considerare, trasporta sempre i materiali necessari al mantenimento ed allo sviluppo delle varie parti del corpo, e contiene non solo tutti gli elementi che formano la base dei vari tessuti, ma ben anco quelli dei vari umori che, come la bile o l'orina, sono poi separati dalle glandole. Adunque non a torto il sangue fu da alcuni chiamato *carne fluente.*

L'azione nutritiva del sangue sulle diverse parti del corpo è facile a dimostrarsi: se con mezzi meccanici si diminuisce notabilmente e in modo permanente l'afflusso di questo liquido in un dato organo, bentosto vedesi questo diminuire di grossezza, e spesso anche distruggersi quasi totalmente; d'altronde si osserva che quanto più in una parte qualunque del corpo il sangue affluisce, tanto più voluminosa e sviluppata questa parte addiviene. Il sangue concorre appunto in maggior abbondanza in quelle parti del corpo che vengono maggiormente esercitate; ed appunto per tal motivo in tutti quegl'individui che adoprano le braccia in lavori faticosi, i muscoli delle membra superiori

divengono più carnosi che nelle altre parti, mentre nei ballerini, sono invece i muscoli delle gambe quelli che acquistano notevole grossezza.

Il fluido nutritore, agendo in tal guisa sugli organi, viene continuamente a spogliarsi delle sostanze nutritive che trasporta, ed a caricarsi invece di quelle parti che sono dagli organi stessi eliminate; ed in conseguenza di questo scambio perde le proprietà vivificatrici, e cambia anche d'aspetto. Quando affluisce negli organi, è di un bel rosso vermiglio; quando ne esce, dopo averli traversati, è di un color rosso scuro assai cupo. Ma questo sangue così viziato, e per così dire esausto dei suoi buoni principj, riprende per l'azione dell'aria le sue primitive proprietà, e ritorna atto ad eccitare il movimento vitale. Il sangue che ha digià agito sui diversi organi del corpo è detto *venoso*, mentre dicesi *arterioso* quello che ha subíto l'azione dell'aria nel suo passaggio attraverso quelli organi nei quali penetra l'aria esterna.

Ma se il sangue circola in tutte le parti del corpo animale, da qual causa è posto in movimento ed in quali canali esso scorre? L'organo motore è il *cuore*, ed i vasi in cui circola distinguonsi in *arterie* ed in *vene*, secondo che servono a trasportarlo dal cuore alle varie parti del corpo, o a farlo da queste ritornare al cuore. Le arterie partono dal cuore, e si dividono in rami e in ramoscelli, che divengono sempre più sottili e numerosi, a misura che s'inoltrano nelle parti più lontane. Le vene hanno una simile disposizione,

ma destinata a produrre un effetto del tutto contrario, perchè in questi vasi il sangue ha un corso inverso. Le ultime ramificazioni delle arterie nella sostanza degli organi continuansi colle radici delle vene, dimodochè i due sistemi di canali comunicano perfettamente fra loro. Essi comunicano d' altronde anche per l' estremità opposta mediante le cavità del cuore, per cui vengono a costituire, per così dire, un circolo completo nel quale il sangue incessantemente si muove per tornare al punto della sua primitiva partenza; e per tal ragione questo movimento ha preso il nome di circolazione. In tutti gli animali nei quali la respirazione si compie in un organo speciale, come nel polmone, i vasi sanguigni si diramano non solo nei tessuti che devono nutrire, ma anche nell' organo in cui il sangue deve subire l' azione dell' aria; e questo liquido traversa in conseguenza due ordini di vasi capillari, uno dei quali serve alla nutrizione, l' altro alla respirazione. La circolazione che si compie nell' apparecchio respiratorio è detta *piccola circolazione*, mentre quella che si opera nel resto del corpo dicesi *grande circolazione*.

Del resto la via che percorre il sangue, e la struttura dell' apparecchio circolatorio variano molto nelle diverse classi di animali. Non di meno quasi tutti gli animali hanno il cuore: esso esiste non solo negli animali superiori, come i mammiferi, gli uccelli, i rettili ed i pesci, ma ben anco nei molluschi, nei crostacei e negli aracnidi. Nei granchi e nei gamberi

il cuore consiste in un semplice sacco contrattile che manda il sangue in tutte le parti del corpo, da cui questo fluido passa nel sistema venoso per tornare al cuore traversando l'organo della respirazione. Nelle lumache e nelle ostriche il sangue percorre la stessa via, ma il cuore presenta una struttura più complicata, e si compone di una cavità detta *ventricolo*, che serve a porre il sangue in movimento, e di una o due *orecchiette* che ricevono questo liquido dalle vene, formando così dei serbatoi per alimentare il ventricolo. Nei pesci la struttura dell'apparecchio circolatorio è presso a poco la stessa; soltanto il cuore invece di esser situato sul tragitto del sangue arterioso, si trova su quello del sangue venoso, il che si esprime dicendo che questi animali hanno un *cuore polmonare*. Negli animali di cui abbiamo sopra parlato, si dice che il cuore è *aortico*, perchè appartiene alla più grande arteria del corpo, che distinguesi col nome di *aorta*. In tutti questi animali, la massa intiera del sangue venoso traversa l'organo della respirazione, e si trasforma in sangue arterioso prima di ritornare verso le differenti parti del corpo; i vasi della grande circolazione imboccano intieramente in quelli della piccola, e la circolazione è completa; nei serpi, nei ranocchi e negli altri rettili la circolazione è incompleta, perchè in essi il sangue venoso non si trasforma intieramente in sangue arterioso. Il cuore di questi animali ha due orecchiette ed un sol ventricolo: nella orecchietta destra penetra il sangue che torna dalla circolazione del

corpo; nella sinistra quello che ha traversato i polmoni. Le due orecchiette spingono ciascuna il sangue che ricevono nel comune ventricolo, dimodochè in questo mescolasi il sangue arterioso al venoso, e questo sangue così mescolato è non solo in parte nuovamente respinto nei polmoni, ma è anche mandato mediante l'aorta nelle diverse parti del corpo.

Infine nell'uomo, nei mammiferi, e negli uccelli l'apparecchio circolatorio è più complicato. Il cuore è fornito di due orecchiette e di due ventricoli, e si divide in due parti distinte; la sinistra, composta di una orecchietta e di un ventricolo, corrisponde al cuore aortico delle lumache e dei gamberi, e serve a spingere il sangue arterioso in tutte le parti del corpo; mentre la metà destra del cuore, la quale è composta nella stessa guisa, spinge il sangue nei polmoni, e compie lo stesso ufficio del cuore polmonare dei pesci. Infatti il sangue, che per mezzo del sistema venoso giunge al cuore dalle differenti parti del corpo, penetra prima nell'orecchietta destra, di dove è spinto nel ventricolo dello stesso lato, e di là passa nei polmoni mediante l'arteria polmonare. Dopo aver traversato l'organo respiratorio il sangue ritorna al cuore per mezzo delle vene polmonari che apronsi nell'orecchietta sinistra; e da questa infine discende nel ventricolo sinistro che lo spinge nelle arterie destinate a trasportarlo in tutte le parti del corpo.

È assai semplice il meccanismo mediante il quale il sangue si muove nell'apparecchio circolatorio. Le

cavità del cuore si allargano e si restringono alternativamente, e spingono perciò il sangue nei canali coi quali esse comunicano. Potrebbe adunque supporsi che il sangue scorresse nelle arterie a tratti, cioè a dire che progredisse ad ogni contrazione del ventricolo sinistro, e rimanesse in riposo durante la dilatazione di questa cavità. Avviene però diversamente, imperocchè se apresi un'arteria di un animale vivente se ne vede fuggire il sangue formando un getto continuo, che diviene più forte nel momento della contrazione, ma che non è interrotto durante il movimento contrario. Ciò dipende dall'azione delle pareti delle arterie sul corso del sangue, imperciocchè tali pareti sono dotate di molta elasticità; ed allorquando un'ondata di sangue è spinta nell'aorta per la contrazione del ventricolo, esse cedono a tal pressione, a guisa di una molla, ma riprendono bentosto la primitiva posizione, cacciando innanzi il sangue che le distendeva.

Respirazione.

Abbiamo detto che il sangue venoso si trasforma in sangue arterioso pel suo contatto coll'aria atmosferica, e che mediante questo contatto riacquista le facoltà che lo rendono atto a conservare la vita. È adunque indispensabile pel mantenimento di questa, che gli animali trovinsi costantemente in rapporto coll'aria atmosferica. Ognun sa che che un animale qualunque muore in uno spazio privo di aria, ovvero

pieno di un fluido aeriforme da quello diverso. Potrebbe forse supporsi che i pesci e tutti gli animali che vivono sott'acqua si sottraessero a questa necessità; ma tal giudizio sarebbe erroneo, essendo che l'acqua in cui quegli animali sono sommersi tiene disciolta una certa quantità di aria atmosferica, che essi mediante i particolari loro organi respiratorj possono assorbire. Nell'acqua completamente spogliata d'aria questi animali muoiono di asfissia, nel modo stesso che accadrebbe all'uomo se si sottraesse all'azione dell'aria atmosferica sotto l'ordinaria sua forma.

L'aria atmosferica è un miscuglio di due fluidi aeriformi: l'ossigeno e l'azoto; il primo dei quali occupa circa un quinto del suo volume, ed il secondo gli altri quattro quinti; ma di questi due fluidi il solo ossigeno è impiegato nell'atto della respirazione. È questo adunque il vero principio vivificatore del sangue. La presenza dell'azoto nell'aria è utile agli animali, perchè serve a moderare l'azione troppo viva dell'ossigeno, la quale alla lunga sarebbe micidiale.

La disparizione dell'ossigeno nell'atto della respirazione è accompagnata dalla produzione di un altro fluido aeriforme che è l'acido carbonico, principio inabile a conservare la vita, e capace anzi di far perire gli animali che lo respirano anche in piccola quantità. Insieme a questa sostanza esce dall'apparecchio respiratorio di certi animali superiori, come per esempio l'uomo, anche gran copia di vapore acquoso, che facilmente si fa visibile allorquando, per la bassa tem-

peratura dell'aria ambiente, viene a condensarsi sotto la forma di una nubecola più o meno densa. L'assorbimento dell'ossigeno e lo svolgimento che ne succede dell'acido carbonico e del vapore acquoso, costituiscono essenzialmente il fenomeno della *Respirazione*. Non in tutti gli animali però l'organo respiratorio esala il vapore acquoso; bensì in tutti l'acido carbonico.

L'ossigeno assorbito sembra destinato principalmente a bruciare il carbonio e l'idrogeno delle sostanze già alterate ed eliminate dalle diverse parti del corpo, e versate nel torrente della circolazione. I prodotti di tal combustione sono appunto l'acido carbonico e l'acqua, dimodochè il sangue durante il suo corso bentosto si carica di queste sostanze. Quando giunge nei piccoli vasi che si diramano nell'organo respiratorio, l'ossigeno dell'aria atmosferica è dal medesimo assorbito attraverso i pori delle membrane costituenti i vasi stessi; e questo assorbimento non ha luogo senza lo svolgimento di una corrispondente quantità dell'acido carbonico che teneva disciolto. Nel tempo stesso attraverso i medesimi vasi si svolge una certa quantità di acqua allo stato di vapore. La respirazione consiste adunque in un fenomeno di assorbimento e di esalazione, in conseguenza del quale il sangue giungendo in contatto dell'aria atmosferica si libera del proprio acido carbonico e si carica di ossigeno.

Negli animali i più semplici la respirazione non si effettua in organi speciali, ma in tutte le parti che

sono a contatto dell'elemento nel quale questi esseri vivono e dal quale estraggono l'ossigeno necessario alla loro esistenza. Anche negli animali superiori si effettua una certa respirazione mediante l'invoglio generale del corpo, ossia della pelle; ma questa respirazione è lentissima, ed è tanto meno attiva quanto più estesi e perfetti sono gli organi speciali destinati a questa funzione.

La conformazione degli organi respiratori varia secondo che essi sono destinati ad essere in contatto dell'aria allo stato di fluido aeriforme o ad agire sull'acqua che tiene disciolta una certa quantità di questo fluido. Infatti in tutti gli animali che vivono immersi nell'acqua gl'istrumenti speciali della respirazione sono sporgenti, ed hanno il nome di *branchie*, mentre in quelli che respirano l'aria allo stato di fluido aeriforme consistono in cavità interne che diconsi ora *polmoni*, ora *trachee*. Le branchie variano molto nella loro forma; talvolta consistono, come nei vermi marini, in tubercoli o in prolungamenti foliacei, aventi una tessitura assai più delicata e molle di quella del resto della pelle, e che ricevono un'assai più considerevole quantità di sangue; altre volte, come negli anellidi e nei crostacei, questi organi si compongono di un'infinita quantità di filamenti ramosi, nei quali penetrano i minimi vasi sanguigni; ed infine consistono di sovente, come nei pesci e nei molluschi, in un gran numero di laminette membranose disposte come le pagine di un libro, o come i denti in un pettine su

cui diramansi molte piccole vene. In quanto agli organi della respirazione aerea, essi prendono il nome di polmoni quando consistono in sacche più o meno suddivise in cellule nelle quali penetra l'aria, e le cui pareti sono traversate dai vasi contenenti il sangue che dev' esser sottoposto all' azione dell' aria; mentre distinguonsi col nome di trachee quando consistono in canali che comunicano coll' esterno per mezzo di orifizj detti stimmati, e si ramificano nella profondità dei varj organi portandovi così l'aria che deve servire alla respirazione. I rettili, gli uccelli, ed i mammiferi sono provvisti di polmoni, come pure la maggior parte dei ragni, ed alcuni molluschi. Le trachee sono proprie degl' insetti e di alcuni ragni.

Assimilazione.

La funzione di nutrizione termina infine negli animali come nelle piante, col fenomeno dell' assimilazione. Sì gli uni che gli altri di questi esseri non possono creare alcuno dei corpi semplici, di cui la loro sostanza componesi; è adunque necessario che le sostanze estranee così introdotte dall' esterno racchiudano tutti questi elementi. Gli elementi di tutti i materiali dell' organismo, sono essenzialmente carbonio, azoto, idrogeno e ossigeno; ma spesso anche il zolfo, il fosforo, il calcio ed alcuni altri corpi semplici entrano nella composizione degli organi e degli umori dell' economia animale. Gli animali non posseggono la

facoltà di determinare la combinazione di questi diversi elementi chimici in guisa da dare origine ai materiali composti di cui l'organismo si deve formare; perciò non basta a questi esseri di ricevere dal mondo esterno gli elementi primi necessari alla loro costituzione, ma è anche necessario che questi elementi sieno già combinati fra loro in guisa da potere entrare come parti costituenti l'organismo. Così non potrà giammai l'animale soddisfare ai bisogni della sua nutrizione introducendo nel proprio corpo del carbonio, dell'azoto e dell'idrogeno liberi; ma per utilizzare queste sostanze sarà necessario che esse abbiano già fra loro costituito certe combinazioni. Queste combinazioni sono le sostanze organizzate di cui gli animali si cibano; le quali sono in origine formate sempre dalle piante. Vedremo trattando di questi esseri, che essi sono capaci di combinare gli accennati elementi in guisa da costituirne sostanze organizzate. L'animale adunque non è atto a creare i materiali composti che debbono costituirlo, ma li estrae dal regno vegetabile, sia direttamente, sia coll'intermezzo del corpo di qualche essere animato. Sono gli erbivori che operano direttamente tale estrazione, mentre i carnivori li estraggono dal corpo degli animali di cui si cibano, i quali li hanno primitivamente tolti ai vegetabili. Difatti la carne muscolare di un erbivoro, i suoi tessuti, i suoi umori, sono composti di poche sostanze conosciute dal chimico, quali sono la fibrina, l'albumina, la gelatina, il caseo, e le sostanze grasse. Ora tutte

queste sostanze trovansi già formate nei vegetabili, e ne costituiscono la parte nutritiva; ond' è che gli animali erbivori le accumulano nel loro organismo col cibarsi delle piante, e le cedono poi ai carnivori, o alle fiere di cui sono la preda. L'idrogeno e l'ossigeno che concorrono alla formazione dell'organismo animale vi si trovano in maggior parte allo stato di acqua; infine il calcio, il fosforo e gli altri elementi accessori dall'organismo vi formano dei composti salini; e questi composti, come anche l'acqua di cui abbiamo discorso, possono essere direttamente forniti dal regno minerale. Inoltre abbiamo già detto che l'ossigeno necessario alla combustione della parte viziata del sangue è estratto allo stato libero dall'atmosfera. Possiamo adunque concludere che ogni animale per sopperire ai bisogni del lavoro nutritivo deve introdurre nella profondità del proprio organismo dell'ossigeno, delle materie organizzate contenenti carbonio, idrogeno e azoto; dell'acqua e diversi sali.

L'introduzione delle sostanze estranee si effettua, come abbiamo già indicato, per assorbimento, e questo non può aver luogo se non quando esse sieno in uno stato di estrema divisione. L'acqua e le materie saline che vi si disciolgono trovansi conseguentemente nelle condizioni necessarie per essere facilmente assorbite; ma le sostanze organizzabili sono generalmente solide; ed affinchè possano penetrare nella profondità dell'organismo, l'azione digerente le rende liquide e solubili.

Il passaggio delle molecole dall' esterno all'interno mediante l'assorbimento può aver luogo in tutti i punti della superficie del corpo vivente; e questa superficie essendo essenzialmente formata dalla pelle e dalla membrana muccosa che riveste la cavità digestiva e l'apparecchio respiratorio, ne segue che per questa triplice via le sostanze estranee possono penetrare nell' organismo animale. Ma nell' uomo e negli animali superiori la pelle è poco permeabile e difficilmente atta ad assorbire, onde è solo mediante la superficie muccosa delle cavità digestiva e respiratoria che si opera in essi l' assorbimento. L' introduzione dell' ossigeno libero ha luogo mediante la superficie respiratoria, e per la stessa via entra pur anche una parte dell'acqua necessaria all' economia animale; ma la maggior parte di questo liquido s' introduce pel canal digerente sotto forma di bevanda, ed è assorbito dalle pareti dello stomaco. Infine è pure mediante la superficie muccosa della cavità digerente che si opera l' assorbimento delle sostanze organiche, nelle quali l' animale trova il carbonio e l' azoto necessari alla sua esistenza, e che costituiscono gli alimenti propriamente detti.

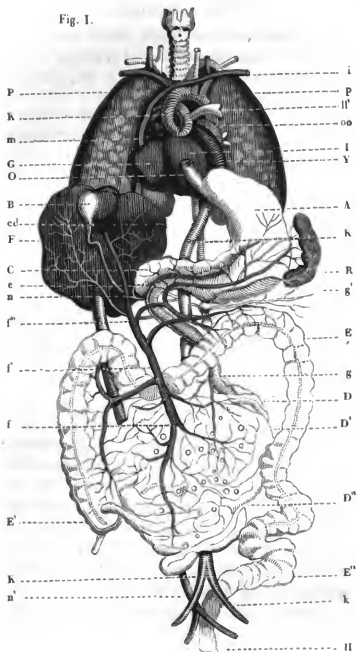
I vari elementi nutritivi mescolansi come abbiamo visto al sangue, e ne divengono parti costituenti. Questo liquido elaborato da processi che ci sono ignoti divien ricco di tutti i principali composti di cui i varj tessuti sono formati, e spinto dal movimento circolatorio nelle diverse parti del corpo, distribuisce a ciascuna

di esse le sostanze necessarie al suo mantenimento ed al suo accrescimento. Questo depositarsi delle nuove molecole nella profondità della sostanza delle parti viventi, il loro disporsi in tessuti organici, e la loro partecipazione al godimento delle proprietà vitali costituiscono appunto il fenomeno dell' *assimilazione*.

In quanto al modo con cui si opera quest'assimilazione, nulla si sa di certo: s' ignora perfino come le sostanze nutrienti escano dall' interno dei vasi sanguigni per andare a fissarsi nella sostanza dei tessuti. Probabilmente è il siero del sangue, carico dei principii nutrienti, che per imbibizione passa nella profondità delle parti solide situate dintorno; e questo liquido così sparso, dopo aver deposto una porzione dei suoi elementi costituenti, è ripreso dai minimi vasi linfatici e portato da questi canali, sotto la forma di linfa, verso il centro dell' apparecchio circolatorio, dove è reso al sangue da cui proviene.

Ma per qual causa un tessuto, essenzialmente costituito da fibrina, attinge dal sangue la sola fibrina, mentre un altro tessuto composto principalmente di albumina vi sottrae specialmente questa sostanza; ed un terzo che contiene gran copia di sali calcarei vi prende nuove quantità di questi stessi sali? Perchè le molecole così scelte dispongonsi sempre con tal ordine da formare nelle diverse parti dell' economia determinate tessiture che rivestono forme costanti? Come infine esse partecipano alla vita di cui son già dotate le molecole a cui si aggregano? Tutti questi fenomeni ci

sono e ci saranno sempre ignoti, poichè sono troppo strettamente legati all' essenza del principio vitale, all' investigazione del quale i mezzi da Dio all' uomo concessi non sono sufficienti.

Fig. I.
P
K
m
G
O
B
cd
F
C
e
n
f''
f'
f
E'
K
n'
i
p
ll'
oo
l
Y
A
K
R
g'
E
g
D
D'
D''
E''
k
H

Spiegazione della Figura I, in cui sono rappresentati gli organi principali della nutrizione nell' uomo.

A. *Stomaco.*

O. *Esofago*, ossia canale che conduce gli alimenti allo stomaco.

F. *Fegato* o glandola destinata a separare la bile.

B. *Vescichetta biliare* dove si raccoglie la bile che il fegato separa.

c. d. *canale coledoco* che trasporta la bile allo stomaco.

C. *Pancreas* o glandola separante il sugo pancreatico.

e. *canale pancreatico* che trasporta il sugo pancreatico nell' intestino.

DD'D'' *intestino tenue*, ossia prima porzione del canale intestinale, di diametro assai piccolo, la quale ha nell' uomo ed in molti animali una considerevole lunghezza, ripiegandosi molte volte sopra sè stesso, e formando così un numero considerevole di circonvoluzioni.

EE'E'' *intestino grosso* o ultima porzione del canale digerente, di diametro assai maggiore dell' intestino tenue. In questa passano i residui delle sostanze alimentari, vi soggiornano alquanto, per esser quindi rigettati allo stato di fecce dall' *ano* H.

ff'f'' *sistema della vena porta* il quale colle sue diramazioni assorbe parte del sugo nutritivo elaborato

negl' intestini, ed insieme al sangue venoso proveniente dagl' intestini e dalla milza R lo conduce nel fegato e di là nell' orecchietta destra G del cuore.

gg'g'' *sistema dei vasi chiliferi* che assorbe il chilo e lo conduce nella vena *sottoclavia sinistra i* per quindi passare direttamente nell' orecchietta destra G del cuore.

I. *ventricolo destro del cuore* in cui il sangue venoso è spinto dalle contrazioni dell'orecchietta destra.

m m' *vene cave superiori* e n n'n'' vene cave inferiori che riconducono il sangue dalle varie parti del corpo nell' orecchietta destra del cuore.

ll' *arteria polmonare* che trasporta il sangue venoso dal ventricolo destro nei polmoni.

P P. *polmoni*, ove il *sangue venoso* venendo in contatto dell' ossigeno dell' aria inspirata si trasforma in *sangue arterioso*.

Y. *ventricolo sinistro* del cuore in cui il sangue arterioso torna dai polmoni mediante le *veni polmonari* oo.

KKK *sistema aortico* o *arterioso* in cui il sangue vien lanciato dal ventricolo sinistro del cuore, e che si dirama in tutti gli organi del corpo a fine di provvedere alla loro nutrizione.

—

FUNZIONI DI RELAZIONE.

Quando enumerammo le diverse facoltà di cui gli animali sono dotati, dicemmo che alcune erano esclu-

sivamente destinate ad assicurare l'esistenza di questi esseri, mentre altre servivano a far loro conoscere il mondo esterno. Le prime costituiscono le funzioni di nutrizione, di cui abbiamo fatto un rapido esame; le seconde costituiscono le funzioni di relazione, di cui adesso ci occuperemo.

L'animale si pone in rapporto cogli oggetti che lo circondano, mediante due ragguardevoli facoltà, che sono la *sensibilità* e la *locomozione*. In grazia della prima gli oggetti esterni cagionano su di esso impressioni producenti sensazioni piacevoli o dolorose; in grazia della seconda ei può accostarsi ai medesimi o allontanarsene. Benchè differenti nello scopo, queste due facoltà sono talmente dipendenti l'una dall'altra che non potrebbero sussistere separatamente. Difatti, che avverrebbe di un animale esposto a tutte le esterne impressioni, e privo di volontario movimento? A quante angosce sarebbe esposto alla vista di un pericolo che non potrebbe evitare, o a quella di un oggetto desiderato che non potrebbe raggiungere! Ed un animale che essendo privo di sensibilità fosse dotato di locomozione, quanto sarebbe pure imperfetto! Come potrebbe provvedere ai bisogni che il suo organismo gli fa risentire ed evitare i pericoli e i danni a cui il mondo esterno lo assoggetta? I suoi movimenti sarebbero disordinati; senza una guida per dirigersi andrebbe incontro a inevitabili pericoli, e in mezzo ad essi troverebbe bentosto un termine alla sua esistenza.

Non v'ha dunque animale che non sia al tempo

stesso dotato di sensibilità e di volontaria mobilità: anche i più semplici ed imperfetti eseguiscono movimenti che appariscono evidentemente diretti dalla volontà. Questa interna potenza è la causa eccitatrice dei movimenti, ma questi effettuansi in grazia della facoltà, di cui il corpo animale è in parte o in totalità dotato, quella cioè, di accorciarsi e distendersi alternativamente, e che dicesi *contrattilità*. Negli animali più semplici, come le idre, l'intiero corpo è suscettibile di contrarsi in tal modo; ma per poco che c'inalziamo nella scala degli animali, vediamo soltanto alcuni particolari organi dotati di tal potere; e questi sono i *muscoli*. In egual modo negli animali più semplici, la sensibilità risiede in ogni parte del corpo, mentre nella maggiorità degli animali ha la sua sede in una parte determinata del medesimo, che è il *sistema nervoso*, il quale è pure destinato a dirigere gli organi del movimento nell'esercizio delle loro funzioni.

Sistema nervoso.

Le parti costituenti il sistema nervoso sono formate dal tessuto nerveo; sostanza particolare molle e polposa, ora bianca, or grigia o cenerina, la quale forma tavolta delle masse più o meno considerevoli, e talora dei cordoni allungati e ramificati. Questi ultimi son detti *nervi*, mentre le accennate masse diconsi *centri nervosi*, e servono di punto di riunione ai nervi.

Nell'uomo, nei mammiferi, negli uccelli, nei rettili e nei pesci, il sistema nervoso ha la medesima struttura generale, e si compone del *cervello*, del *cervelletto*, della *midolla spinale* e dei *nervi*. Le prime tre parti costituiscono la parte centrale del sistema, che è detta *encefalo*, o *asse cerebro-spinale*, ed è contenuta in un astuccio osseo formato dal cranio e dalla colonna vertebrale, o spina del dorso.

Il cervello è il vero centro del sistema nervoso, ed è la parte più voluminosa dell'encefalo; vi si distinguono due metà laterali, dette emisferi, le quali sono separate da un solco profondo. La faccia inferiore del cervello è divisa in vari lobi separati da varj solchi; e vi si osservano delle protuberanze e dei peduncoli che si prolungano nella midolla spinale, come anche le radici di quei nervi che hanno origine nel cervello. Il cervelletto è situato al di sotto della parte posteriore del cervello, ed è assai più piccolo; vi si distinguono pure due emisferi o lobi laterali, ed un lobo medio situato in basso. Esso continuasi inferiormente nella midolla spinale, mediante due grossi e corti peduncoli. La midolla spinale, è per così dire, un prolungamento del cervello e del cervelletto. Ha la forma di un grosso cordone, da ogni lato del quale partono successivamente un gran numero di nervi.

La figura seconda[1] rappresenta l'asse cerebro-spinale dell'uomo visto anteriormente, colle radici di tutti i nervi che distribuisconsi nelle varie parti del

[1] Vedi la pagina 48.

corpo. I nervi che partono dalla parte superiore della midolla spinale, fanno quasi angolo retto colla medesima, ma i susseguenti divengono sempre più obliqui dirigendosi in basso, in guisa che quel cordone termina scompartendosi in molti filamenti che ricordano la coda di un cavallo, e che appunto han valso tal nome a quella estremità.[1]

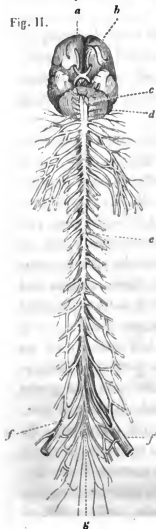



Fig. II.

Nei molluschi, negl'insetti, nei crostacei, e in tutti quegli animali che diconsi invertebrati manca l'asse cerebro-spinale, e tutti i nervi del corpo riunisconsi in un certo numero di piccole masse nervose più o meno distanti fra loro, le quali diconsi *gangli*. Nei raggiati, che sono gli animali più imperfetti, e che a motivo della loro analogia colle piante hanno ricevuto il nome di *zoofiti*, che significa *animali-piante*, il sistema nervoso è rudimentario, ed in alcuni indistinto.

[1] *a*, cervello; — *b* emisfero sinistro del cervello; — *c* cervelletto; — *d* midolla allungata, ossia estremità superiore della midolla spinale;

Sensibilità.

Abbiamo detto che nel sistema nervoso risiede la sensibilità e la facoltà di eccitare i movimenti, ovvero le contrazioni di quegli organi destinati ad effettuarli. Vediamo come ciò avvenga. Quelle parti del corpo in cui non giunge alcun nervo sono prive di sensibilità; le più sensibili son quelle che ricevono il maggior numero di nervi. Quando si fa un' incisione nella zampa di un animale vivo, e si pone allo scoperto il nervo che vi fa capo, si osserva che questo cordone è dotato di estrema sensibilità, e che non appena si punge o si pizzica, l' animale dà segno di acutissimo dolore; e nello stesso tempo vediamo che i muscoli ai quali il nervo così ferito si distribuisce sono agitati da violenti contrazioni. Soltanto da tale esperimento si potrebbe dedurre che i nostri organi debbono ai nervi la loro sensibilità; ma per rendere indubitata questa verità basta distruggere uno di questi cordoni; poichè se fassi l' esperienza su di un membro di un animale vivo, tutte le parti alle quali il nervo si distribuiva, rimangono tosto colpite da paralisi, cioè a dire, prive della facoltà di sentire e di muoversi. Ma questi nervi, l' azione de' quali è così indispensabile all' esercizio delle indicate funzioni, sono

— *e* midolla spinale; — *f* ed *f'* nervi grandi sciatici che distribuisconsi ai membri inferiori; — *g* estremità della midolla spinale, detta coda di cavallo.

essi in relazione diretta coll' anima? son eglino incaricati di determinare i movimenti e di percepire le sensazioni? ovvero, avendo soltanto l' ufficio di conduttori, trasmettono semplicemente le impressioni resultanti dal contatto di un oggetto esterno colla superficie del corpo, o di qualunque altro stimolo; ad altro organo in cui avrebbe sua sede speciale la facoltà di percepire; ed in simil guisa trasmettono anche ai muscoli l'eccitazione prodotta sul medesimo organo dall' influenza della volontà?

I naturalisti per risolvere tal quesito ebbero, come al solito, ricorso all' esperienza. Se ad un ranocchio si tagli in un punto qualunque del suo tragitto il nervo che dirigesi ad una delle zampe posteriori, per quanto la parte così separata dal resto del sistema nervoso venga punta o pizzicata, essa non darà mai il menomo indizio di sensibilità, mentre la parte situata superiormente la conserverà in tutta la sua pienezza; e di più si vedranno pure insensibili tutte le altre parti di quel membro che ricevono le diramazioni nervose sottoposte al punto della recisione del tronco nervoso. Adunque un nervo separato dal sistema di cui faceva parte, cessa di adempire il suo ufficio, e in conseguenza non può esser la sede della percezione delle sensazioni; quindi si può con sicurezza concludere che serve soltanto a trasmettere le impressioni ricevute, ad un organo specialmente destinato alla loro percezione. L' impressione prodotta da un corpo sopra un nervo, o per contatto immediato od agendo sulle

parti nelle quali esso espandesi, non può produrre una sensazione se non è trasmessa dal nervo ad un altro organo.

Ma qual è quest' organo a cui debbono giungere le impressioni e che è destinato a percepirle? In altri termini, qual' è la parte materiale dell' economia che trovasi direttamente unita al *principio vitale* degli animali privi di ragione, o all' *anima* dell' uomo?

Poichè i nervi mettono capo al cervello, o alla midolla spinale, è evidente che quella facoltà deve risedere in qualche parte dell' encefalo. L' esperienza ha potuto indicarci in qual parte di esso risieda. Quando ripetonsi sulla midolla spinale le esperienze testè fatte sui nervi che partono da essa, tosto si avverte la sua grande sensibilità, poichè le più leggiere punture producono acutissimo dolore e scosse convulsive. Se poi si taglia in traverso vedonsi tosto intieramente paralizzate tutte le parti che ricevono i nervi sottoposti al luogo tagliato, mentre seguitano a sentire ed a muoversi quelle i cui nervi provengono dalla porzione di midolla spinale che rimase in comunicazione col cervello. Ma accade ben diversamente esperimentando sul cervello. Se pongonsi a nudo i due emisferi di quest' organo in un animale vivo, come per esempio in un piccione, e se ne irrita la superficie colla punta di un istrumento aguzzo, siamo tosto maravigliati della sua insensibilità; la sostanza del cervello può essere lacerata e tagliata senza che l' animale dia segno di dolore e sembri accorgersi di quelle mutilazioni; ma

se si esporta tutto l'organo, l'animale cade in uno stato di stupore da cui è impossibile trarlo; tutto il suo corpo diventa affatto insensibile; perde i sensi, e se si muove ciò avviene per cause estranee, ed evidentemente senza il minimo concorso della volontà.

Resulta da questa esperienza che il cervello è indispensabile alla percezione delle senzazioni ed alla manifestazione della volontà, e che le impressioni ricevute dai nervi debbono essere trasmesse a quest'organo affinchè l'animale ne abbia la coscienza.

Dunque nella funzione della sensibilità evvi una notevole divisione di lavoro; le parti che venendo in contatto dei corpi estranei sono capaci di produrre sensazioni, non percepiscono esse stesse quelle sensazioni; e d'altra parte l'organo nel quale risiede esclusivamente la facoltà di percepirle, non sente direttamente; anzi è per sè stesso insensibile, e non può essere eccitato se non dalle impressioni a lui trasmesse per mezzo dei nervi.

Però non tutti i nervi sono atti a trasmettere le sensazioni; e ve ne sono di quelli che presiedono ai soli movimenti; ed inoltre non tutti i nervi della sensibilità sono atti a trasmettere al cervello le stesse impressioni. Alcuni rimangono insensibili a quegli agenti che eccitano la sensibilità in altri nervi; così a modo di esempio, la luce produce una viva impressione agendo sulle parti estreme dei nervi ottici, ed è inefficace per tutti gli altri nervi dell'economia; ed i nervi ottici tanto sensibili a quel sottile agente, possono es-

sere compressi, punti e lacerati senza produrre la minima sensazione di dolore, mentre al contrario i nervi spinali, inerti all'azione della luce, trasmettono le più delicate sensazioni prodotte dal contatto materiale di un corpo estraneo. Esistono adunque differenti maniere di sensibilità, ciascuna delle quali può essere provocata da agenti diversi; in tal modo possono gli animali accorgersi delle diverse fisiche proprietà dei corpi da cui sono circondati; e queste modificazioni della sensibilità costituiscono i *cinque sensi* dei quali l'uomo e la maggior parte degli animali sono dotati.

Dei Sensorj.

La sensibilità tattile o il tatto, la gustativa o il gusto, l'olfattiva o l'odorato, l'auditiva o l'udito, l'ottica o la vista, sono facoltà distinte, dotate ciascuna d'istrumenti propri, ed atte ad avvertire gli animali delle differenti proprietà dei corpi. Quest'istrumenti sono gli organi dei sensi, e le sensazioni ci pervengono essenzialmente per mezzo loro.

La sensibilità tattile di cui godono con maggiore o minor perfezione tutti gli animali, risiede in quella membrana che involge esternamente il corpo, e che dicesi *Pelle*.

La superficie esterna del corpo dell'uomo e degli animali superiori, e anche le sue cavità interne che comunicano col di fuori, come per esempio il canal dirigente, sono rivestite da un tegumento più o

meno denso, il quale abbenchè non sia mai interrotto, e realmente formi un unico tessuto, pure ha proprietà diverse nelle sue diverse parti; è più delicato e continuamente umettato di umori quello che riveste le interne cavità; mentre è asciutto e resistente l'esterno. Il primo costituisce la *membrana muccosa;* il secondo la vera pelle.

La pelle si compone principalmente di due parti, cioè del *derma* e delle *papille nervose*. Il primo è un tessuto elastico e tenace che dà a quest' involglio la resistenza necessaria a proteggere le parti sottoposte; è quello che dà tanta solidità alla pelle dei grandi animali, e permette di trasformarla in cuojo mediante la concia. Le seconde consistono nelle estremità dei nervi del tatto, le quali si spandono nel derma, terminando a guisa di piccoli fiocchi. Oltre queste due parti essenziali, l'involglio cutaneo è provvisto di muscoli che gl'imprimono i necessarj movimenti; di vasi che servono a nutrirlo; di glandole che separano diversi prodotti destinati a difendere le papille nervose dal contatto immediato dei corpi, che sarebbe doloroso; e dell'*epidermide* che si compone di piccole squame sottili e trasparenti prive di sensibilità, le quali servono a proteggere il derma dal contatto immediato dei corpi estranei, indebolendone le impressioni. I peli, le unghie, le corna, le squame, le conchiglie, sono tutte produzioni del derma.

La pelle non è sempre egualmente sensibile in ogni sua parte; spesso accade che sia ricoperta di

un' epidermide molto grossa o di squame dure e cornee, che impediscono ai corpi esterni di agire sulle papille nervose. Allora la sensibilità tattile si colloca in qualche organo speciale, ove produce una sensazione più perfetta, ed in cui può dirsi che risieda il vero senso del tatto; tali sono la mano dell' uomo e della scimmia, le labbra di certi mammiferi, l' estremità della tromba dell' elefante e le antenne degl' insetti.

Gli altri sensi sono pure situati alla superficie del corpo, e fanno per così dire l' ufficio di sentinelle avanzate destinate a prevenire l' animale di ciò che accade intorno a lui.

Il *gusto*, che può considerarsi come una particolar maniera di tatto, è posto all' ingresso del canal digerente per servire alla scelta degli alimenti. La *lingua* è la sede principale di questo sensorio, ma anche le altre parti della bocca sentono alquanto i sapori. La membrana muccosa che involge la lingua è fornita nella sua parte superiore di tante prominenze chiamate *papille* le quali rendonla scabra, e in esse vengono a far capo gli estremi filetti del nervo linguale, che sono destinati a trasmettere al cervello le impressioni dei sapori. Il nervo linguale deriva dal nervo trifaciale ossia del quinto pajo, e questo nasce dalla estremità superiore della midolla spinale, ed appena uscito dal cranio si divide in tre rami principali, cioè nel nervo oftalmico che si dirige all' apparato della vista, nel nervo mascellare superiore il

quale si ramifica nella mascella superiore e nella guancia; e nel mascellare inferiore, un grosso ramo del quale, detto il *nervo linguale*, si espande nella membrana muccosa della lingua. È questo che è specialmente destinato al senso del gusto.

La lingua esiste in tutti i vertebrati, e nei mammiferi è costruita presso a poco come nell'uomo; invece negli uccelli è cartilaginea e sprovvista di papille nervose, e perciò in questi animali il gusto è più ottuso. Nei pesci questo senso può dirsi nullo, e negli animali inferiori pare che non risieda in un organo speciale; ma venga esercitato da tutti gli organi che formano la bocca.

Poichè l'aria è il veicolo ordinario degli odori, il senso dell' *odorato* sarà disposto in guisa da trovarsi in contatto dell'aria, ed infatti negli animali superiori che respirano in questo ambiente trovasi nelle prime vie della respirazione. In essi questo senso risiede nelle *fosse nasali*, attraverso le quali passa l'aria per recarsi ai polmoni. La membrana muccosa che le ricuopre è detta *pituitaria* ed essa riceve i filamenti del *nervo olfattivo*, o del primo pajo.

Negli animali acquatici il senso dell'odorato si adempie per mezzo del liquido stesso in cui vivono, e l'organo in cui risiede è disposto in modo differente da quello degli animali che vivono nell'aria. Così le fosse nasali dei pesci non potendo comunicare colle vie aeree sono cavità a fondo cieco dentro le quali la membrana pituitaria s'increspa in molte pieghe. Esi-

stono infine degli animali nei quali non si rinvenne l' organo destinato all' olfatto, quantunque in molti di essi sia indubitata l'esistenza, anzi la squisitezza di questo senso: tali sono gl' insetti, i crostacei, i molluschi ec.

L' organo destinato al senso dell' *udito* è molto complicato nell' uomo e negli animali che lo avvicinano. Si compone di tre parti distinte; vale a dire di un orecchio esterno, di un medio e di uno interno. Il primo è situato esternamente e si compone di un padiglione e di un condotto uditivo, destinato a raccogliere i suoni ed a trasportarli verso il nervo acustico. L' orecchio medio e l' interno stanno nel cranio, e sono composti di molte parti distinte destinate alla trasmissione ed alla perfetta percezione dei suoni; ma la parte veramente essenziale dell' organo consiste nel *nervo acustico*, il quale appartiene all' ottavo paio della midolla allungata, e si dirama e s'immerge nell' umore sieroso che riempie alcune particolari cavità dell' orecchio interno. A misura che dall' uomo discendiamo la serie degli animali, l' orecchio si semplicizza, e vi si trovano mancanti molte delle parti che non sono strettamente necessarie all'esercizio dell' udito. Negli uccelli non esiste il padiglione esterno; nei rettili manca questo ed il canale auricolare; nei pesci non v' ha più traccia di orecchio esterno e di orecchio medio; negli animali più inferiori in cui sussiste un organo speciale per l' udito, esso riducesi ad una vescichetta posta da ambo i lati del cervello e

piena di un liquido in cui s' immerge l' estremità del nervo acustico; infine esistono degli animali i quali sono mancanti di questo senso.

La *vista* si compie mediante l'organo mirabile dell'occhio il quale è un istrumento destinato a produrre l'immagine degli oggetti esterni sopra un' espansione del *nervo ottico* o del secondo pajo che ne ricuopre il fondo, e che vien detta *retina*. L' organizzazione dell'occhio è pressochè la stessa nell'uomo, nei mammiferi, negli uccelli, nei rettili e nei pesci. Anche certi molluschi come le seppie, hanno l' occhio analogo a quello dell' uomo; ma nel maggior numero di questi animali, come anche nei ragni, e negli insetti esso è costruito assai diversamente. »

Locomozione degli animali.

Le varie modificazioni della facoltà di sentire rendono l' uomo e gli animali capaci di conoscere ciò che li circonda; ma i loro rapporti col mondo esterno non consistono soltanto in questi fenomeni, in certo modo passivi. Questi esseri possono anche agire sui corpi esterni, imprimer loro dei materiali cambiamenti, muoversi, e spesso anche esprimere, in un modo più o meno preciso, i loro sentimenti e le loro idee.

Abbiamo detto che gli animali debbono la facoltà di muoversi alla contrattilità, la quale negli animali più semplici risiede nell' intiero corpo, e nella maggior parte nei soli muscoli. Sono questi adunque

i veri organi del movimento. Ogni muscolo è formato dalla riunione d' un certo numero di fasci muscolari, i quali sono riuniti dal tessuto cellulare, e sono composti di fasci più piccoli; questi a lor volta sono formati di fasci di minor volume, e così successivamente finchè non giungesi a delle fibre di un' estrema tenuità, diritte e disposte parallelamente fra loro; le quali sono costituite da fibrina, e dotate di molta tenacità ed elasticità.

Per l' influenza di certe cause eccitatrici, le fibre muscolari si accorciano ad un tratto, ed i fasci che formano si scorciano conseguentemente anch' essi divenendo più grossi e più duri che nello stato di rilassamento. Le due estremità del muscolo che si contrae debbono adunque ravvicinarsi, e poichè sono fissate alle parti destinate ad esser poste in movimento, debbono per la loro azione necessariamente trascinarle con loro; ed è infatti in siffatta guisa che ne operano lo spostamento.

L'inserzione dei muscoli sulle parti mobili non si fa direttamente, ma ha luogo mediante una sostanza intermedia di tessitura fibrosa, la quale penetra nella sostanza di questi organi, ed ora prende la forma di una membrana, che dicesi *aponevrosi*, ed ora di un cordone, che vien detto *tendine*.

I muscoli non possono per altro contrarsi, e quindi produrre dei movimenti senza il concorso del sistema nervoso. Ogni fascio muscolare riceve uno o varj nervi, i quali compongonsi di moltissimi fili lon-

gitudinali che spandonsi nel muscolo parallelamente gli uni agli altri, e dopo aver percorso un certo tratto s'incurvano, formano delle anse e ritornano al cervello formando, a quanto pare, un cerchio continuo con quest'organo. Ora, quando, col tagliare un nervo che si distribuisce ad un muscolo, si separa questo dalla massa centrale del sistema nervoso, le sue fibre non sono più atte a contrarsi, e si *paralizzano*. Basta anche comprimere il cervello di un animale vivente per renderlo incapace di eseguire dei movimenti.

I muscoli presentano delle differenze grandissime fra loro; alcuni si contraggono soltanto sotto l'influenza della volontà; altri sono parimente sottoposti all'impero di questa forza, ma la loro contrazione può accadere anche indipendentemente da essa; infine ve ne ha anche altri sui movimenti dei quali la volontà non ha influenza. I muscoli delle estremità appartengono alla prima di queste tre categorie; quelli dell'apparecchio respiratorio alla seconda; il cuore e lo stomaco alla terza.

La contrazione della fibra muscolare è un fenomeno essenzialmente intermittente. I muscoli non possono rimanere in uno stato permanente di contrazione, e dopo un tempo più o meno lungo sono costretti ad allentarsi. Così, il cuore, che cessa di agire solo per morte, si contrae e si riposa alternativamente; e pei muscoli dei volontarj movimenti, queste stesse contrazioni, che vengono interrotte da un riposo più o meno prolungato, non possono durare al di là di un

certo tempo, imperciocchè producono un senso di stanchezza, il quale va crescendo sino al punto che i moti stessi rendonsi impossibili, e cessa solo mediante una più o meno lunga inazione.

La forza che spiegasi nella contrazione dei muscoli non dipende soltanto dalla tessitura di questi, ma ben anco dall' energia nervosa dell' individuo; e tale è l'influsso del cervello su quell' azione, che una forte passione, come la collera, o il timore di un imminente pericolo, raddoppiano le forze e son capaci di straordinarj effetti.

Negli animali più inferiori i muscoli s' inseriscono tutti nella membrana tegumentaria, che è molle e sensibile; ed agendo su di essa modificano la forma del corpo, in maniera di farlo muovere in totalità o in parte; ma negli animali più perfetti l' apparato dei movimenti è più complicato e si compone non solo di muscoli, ma ben anco di un sistema di pezzi solidi che serve ad accrescere la precisione, la forza e l' estensione dei movimenti, e nello stesso tempo determina la forma generale del corpo, e protegge i visceri dagli urti esterni. Questa specie di armatura solida a cui attaccansi i muscoli, vien detta *scheletro*: In alcuni animali, come negl' insetti e nei gamberi, è esterna, e consiste in una modificazione della pelle; ma nell' uomo, nei mammiferi, negli uccelli, nei rettili e nei pesci, lo scheletro è situato nell' interno del corpo. In alcuni pesci, come le razze, lo scheletro è formato da una sostanza bianca, opa-

lina, compatta, di aspetto omogeneo, tenacissima ed elasticissima, la quale dicesi cartilagine. Anche nell' uomo e negli altri animali questa sostanza costituisce lo scheletro nella prima epoca della vita; ma mentre nei pesci che abbiamo rammentati lo scheletro rimane permanentemente in tale stato, in questi ultimi vi rimane solo per brevissimo tempo, essendo le cartilagini ben tosto rimpiazzate nello scheletro da una gran quantità di materie terrose di natura calcarea, che rendonle durissime e fragili, e convertonle in *Ossa*.

La presenza o la mancanza dello scheletro interno negli animali ha servito di fondamento alla più grande divisione che i naturalisti hanno fatto di questi esseri, poichè si sono distinti in *Vertebrati* ed *Invertebrati*, secondo che posseggono uno scheletro interno o ne sono sprovvisti; e questi nomi si sono desunti dalla colonna vertebrale che è la parte principale dello scheletro interno degli animali. Così sono *vertebrati* i *mammiferi*, gli *uccelli*, i *rettili* ed i *pesci*; ed *invertebrati* gli *articolati*, i *molluschi* e gli *zoofiti*.

Lo scheletro dei vertebrati componesi di un gran numero di ossa, di forme e dimensioni molto diverse, che le hanno fatte distinguere in lunghe, corte e piatte. In tutte notansi delle sporgenze, le quali quando sono assai considerevoli diconsi *apofisi* e servono all' attacco dei muscoli. Le giunture di due o più ossa fra loro diconsi *articolazioni*, e svariatissimi sono i modi con cui avvengono a seconda dell'estensione dei movimenti che debbono permettere.

Tutti i muscoli che devono produrre dei grandi movimenti, si saldano allo scheletro con ambedue i capi; quindi allorchè si contraggono spostano l'osso che résiste meno, e lo traggono verso quello che rimanendo immobile serve come punto di appoggio per muovere il primo. Ora, nella maggior parte dei casi, gli ossi sono tanto più mobili quanto più sono lontani dalla parte centrale del corpo: perciò i muscoli che sono fissati su due ossi agiscono generalmente sul più lontano; ed in generale veggonsi i muscoli destinati a muovere un osso distendersi da questo verso il tronco; così nell'uomo i muscoli motori delle dita occupano il palmo della mano e l'avanbraccio; quelli che piegano l'avanbraccio sul braccio, stanno sul braccio; e quelli che muovono il braccio sulla spalla son posti nella spalla o nel petto.

Lo scheletro dell'uomo e degli altri animali superiori suol dividersi in tre parti: la testa, il tronco, ed i membri o estremità.

La testa componesi del cranio e della faccia. Il cranio è una specie di scatola ossea, che occupa tutta la parte superiore e posteriore della testa e racchiude il cervello ed il cervelletto. Componesi di un certo numero di ossi che articolansi fra di loro in guisa da rimanere perfettamente immobili e dare una grande solidità al cranio. La volta del cranio non presenta nulla di notevole, ma nella sua base scorgonsi moltissimi fori che servono al passaggio dei vasi sanguigni del cervello e dei nervi che nascono dall'encefalo;

il più grosso di questi fori, situato in quell' osso del cranio che dicesi *occipitale*, è traversato dalla midolla spinale, e da ogni lato del suo margine scorgesi un' apofisi larga e convessa, detta *condilo*, la quale serve ad articolare la testa sulla colonna vertebrale. La testa è quasi in equilibrio su questa specie di perno; ma poichè la parte situata anteriormente all'articolazione è più voluminosa di quella che è situata posteriormente, i muscoli che dalla colonna vertebrale vanno alla parte posteriore della testa sono molto più numerosi e più considerevoli de' muscoli flettori disposti analogamente nella parte anteriore; ed allorquando i primi si rilassano come accade nel sonno, la testa tende ordinariamente a cadere in avanti e ad appoggiarsi sul petto.

La faccia componesi pure di un numero assai considerevole di ossa di forme diverse, e presenta cinque grandi cavità destinate a contenere gli organi della vista, dell' odorato e del gusto. Diconsi *orbite* quelle che ricettano gli occhi, *narici* le cavità nasali, ed infine la cavità compresa fra le mascelle, e destinata a racchiudere gli organi del gusto, è la *bocca*. Tutte le ossa della faccia sono immobili, ad eccezione della mascella inferiore, e articolansi fra di loro e colle ossa del cranio. Negli ossi mascellari impiantansi i denti; il superiore è immobile, l' inferiore è mobile, e articolasi colle ossa temporali del cranio mediante un condilo sporgente situato in ciascuna delle sue estremità, e che penetra in una cavità detta *fossa*

glenoidale. Dinanzi a questi condili stanno le apofisi *coronoidi*, che servono all' inserzione di uno dei muscoli elevatori della mascella.

La parte più importante del tronco osseo è la *colonna vertebrale o spinale*, la quale consiste in una specie di fusto osseo disteso per tutta la lunghezza del corpo, e che si compone di un gran numero di piccoli ossi chiamati *vertebre*, posti l' uno sull' altro, e solidamente uniti insieme. Questa colonna, la quale dicesi anche *spina dorsale*, articolasi alla sua estremità superiore colla testa, e dividesi in varie porzioni che a seconda della loro posizione prendono i nomi di cervicale, dorsale, lombare, sacra e coccigea. Il carattere distintivo delle vertebre è quello di esser traversate da un foro, in conseguenza del quale costituiscono col loro insieme un canale, che estendesi dal cranio fino all' estremità del corpo, racchiudendo la midolla spinale. Nell' uomo le vertebre coccigee non costituiscono verun canale, poichè sono rudimentarie; ma non è così negli altri vertebrati in cui costituiscono la coda. In ogni vertebra distinguesi un corpo e diverse apofisi, la maggiore delle quali è quella che vien detta spinosa, che è situata posteriormente al foro, in guisa che l' insieme di tutte le apofisi spinose costituisce una cresta sporgente in tutta la lunghezza del dorso. L' articolazione delle vertebre fra loro è solidissima, ed i movimenti che detti ossi possono effettuare sono estremamente piccoli, e danno solo una certa flessibilità alla colonna senza nuocere alla sua forza. Del re-

sto questa flessibilità varia assai nelle diverse regioni del tronco: nel dorso è quasi nulla, nei lombi è assai distinta, ma molto più notevole nel collo. La prima vertebra cervicale, che dicesi l'*atlante*, è molto più mobile delle altre, ed è per mezzo di essa che effettuansi quasi tutti i movimenti di rotazione della testa. Le vertebre cervicali si articolano soltanto fra loro, colla testa e la prima vertebra del dorso, mentre ciascuna delle vertebre dorsali è provvista di un paio di archi ossei molto lunghi e schiacciati, che ricurvansi intorno al tronco formando una specie di gabbia ossea destinata a contenere il cuore ed i polmoni, la quale dicesi *torace*. Gli archi che la costituiscono sono le *coste*, le quali col capo posteriore articolansi colle vertebre corrispondenti, e coll'anteriore prolungansi in un fusto cartilagineo, che in alcuni animali, come, per esempio, gli uccelli, è sempre ossificato, ed ha allora il nome di *costa sternale*. Le cartilagini delle prime paia di coste che diconsi *coste vere*, riunisconsi tutte in un osso detto *sterno*, il quale occupa anteriormente la linea mediana del corpo e compie le pareti della cavità toracica. Le ultime coste non giungono allo sterno, ma riunisconsi alle cartilagini delle coste precedenti, e perciò diconsi *coste false*.

Sopra la descritta cassa ossea, attaccansi i membri che nell'uomo e negli uccelli sono i superiori e nei quadrupedi gli anteriori. In questi si deve distinguere la parte basilare da quella che è essenzialmente

mobile. La prima si compone di due ossa: l'*omoplata* o *paletta* e la *clavicola*. Il primo è un grande osso piatto, che distendendosi nella regione superiore ed esterna del dorso presenta in alto e al di fuori una nicchia articolare assai larga, ma poco profonda, nella quale entra l'estremità dell'*ómero*, ossia dell'osso che nell'uomo costituisce il braccio. Dal suo lembo superiore sporge un'apofisi colla quale articolasi la clavicola, che è un osso sottile ed allungato, il quale nell'uomo è posto in traverso nella parte superiore del petto, ed appuntellandosi allo sterno ed all'omoplata serve a tener distanti le spalle. Negli animali in cui i membri anteriori muovonsi solo longitudinalmente, come per esempio nei cavalli, le clavicole mancano, mentre che negli uccelli, i quali debbon portare con energia i membri superiori verso il petto, queste ossa sono molto robuste. La parte mobile del membro toracico si compone delle ossa che nell'uomo costituiscono il braccio, l'avanbraccio e la mano. Il braccio è costituito da un solo osso lungo e cilindrico detto *ómero*, il quale è mosso da dei muscoli, che partendo dalla sua parte superiore attaccansi coll'altro capo all'omoplata ed al torace. Alla sua estremità inferiore si allarga e prende la forma di un incastro, nel quale gira l'avanbraccio. Questa porzione del membro toracico è formata di due lunghi ossi paralleli, dei quali il *cubito* è l'interno, ed il *radio* l'esterno. Essi sono mobili, ed il radio in fondo al quale si attacca la mano, gira sul cubito che gli serve di sostegno. I muscoli

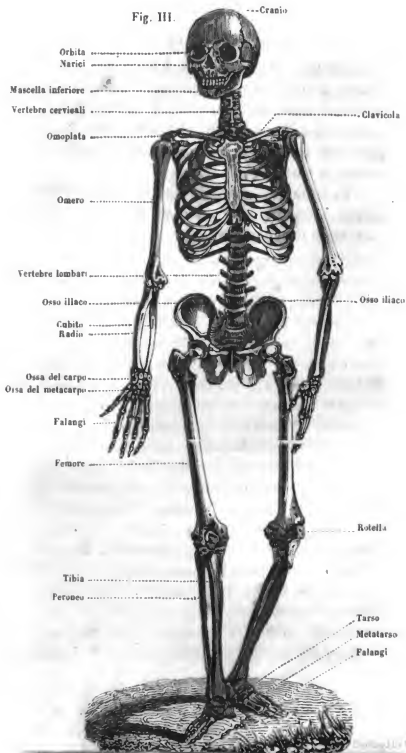
flettori dell'antibraccio decorrono dalla spalla, o dalla regione superiore dell'omero alla regione superiore del cubito.

Le ossa che costituiscono i piedi anteriori dei quadrupedi, e nell'uomo la mano, dividonsi in tre regioni, che sono quelle del *carpo*, del *metacarpo* e delle *dita*. Le dita sono costituite da una serie di piccole ossa lunghe, unite capo a capo, e che diconsi *falangi*.

La struttura dei membri inferiori dell'uomo, ossia dei posteriori degli animali quadrupedi, è molto analoga a quella de' membri del torace, non differendone se non per quelle condizioni che possono renderli più solidi. Essi infatti compongonsi di una parte basilare che rappresenta la spalla, e che dicesi l'*anca*, e di una parte mobile costituita da tre parti principali che sono la coscia, la gamba ed il piede. L'anca o regione basilare del membro addominale è formata da un grande osso piatto detto *osso iliaco*, che articolasi colla regione sacra della colonna vertebrale. Le due ossa iliache riunisconsi anteriormente, e formando una larga cintura immobile, la quale dicesi *bacino*, terminano l'addome; sulla medesima s'inseriscono i muscoli che servono a muovere la coscia e la gamba. Sulla parte laterale esterna di ciascun osso iliaco notasi una cavità articolare quasi emisferica che ricetta la testa dell'osso della coscia, il quale ha il nome di *femore*. La gamba componesi di tre ossa, che sono la *tibia*, il *peroneo* e la *rotella:* la tibia è il più grosso ed

il più stabile; il peroneo che è assai sottile, corrisponde al radio dell'antibraccio, e ordinariamente manca nei quadrupedi; la rotella è un osso quasi rotondo, che nell'uomo costituisce il ginocchio. Il piede offre anch' esso tre parti come la mano, le quali sono il *tarso*, il *metatarso* e le *dita*.

La figura n.° 3 (pag. 70) rappresenta lo scheletro umano; e nella medesima abbiamo indicate le diverse parti sopra descritte.

Fig. III.
Cranio
Orbita
Narici
Mascella inferiore
Vertebre cervicali
Clavicola
Omoplata
Omero
Vertebre lombari
Osso illaco
Osso iliaco
Cubito
Radio
Ossa del carpo
Ossa del metacarpo
Falangi
Femore
Rotella
Tibia
Peroneo
Tarso
Metatarso
Falangi

Tutti i mammiferi, gli uccelli, i rettili ed i pesci hanno uno scheletro più o meno somigliante, composto presso a poco dalle stesse ossa e mosso dagli stessi muscoli. Nondimeno è assai vario il modo col quale i diversi vertebrati effettuano i loro movimenti. Pochissimi poggiano abitualmente sul suolo in tutta la lunghezza del loro corpo alla maniera dei serpenti, e si muovono facendo ondeggiare il tronco; più spesso reggonsi sulle estremità. Nell'uomo la stazione ha luogo costantemente sopra le sole estremità inferiori, mentre nella maggior parte degli altri vertebrati ha luogo su tutte e quattro le estremità. In questo caso essendo considerevole lo spazio compreso fra di esse, la stazione è bastantemente solida ancor che i piedi siano poco larghi. Perciò i membri di quasi tutti i quadrupedi sono poco larghi dove toccano terra, senza che perciò riescano meno adatti alla locomozione, come ce ne dánno esempio i piedi del cervo e del cavallo. Quando i membri di un quadrupede servono soltanto alla locomozione, foggiansi, per così dire, a guisa di una colonna a base poco larga: il numero dei loro diti riducesi al minimo e talvolta fino ad un solo.

Negli animali saltatori i membri posteriori sono assai più lunghi e grossi degli anteriori, e vengono mossi da muscoli molto potenti. Tale struttura può osservarsi fra i mammiferi, nei gatti, e particolarmente nei cangurù, e fra i rettili nelle rane.

Il volo ed il nuoto hanno molta analogia col sal-

to, mentre eseguisconsi dentro mezzi fluidi, la resistenza dei quali tien luogo di quella del suolo. Allorchè le zampe di un quadrupede devono servirgli per camminare e per nuotare, la natura le adatta a quel duplice uso, disponendone le dita in modo che possano allargarsi, e le riunisce mediante un' espansione della pelle, la quale divaricandosi offre una larga superficie atta a compiere nell'acqua l' ufficio di remo. Anche le zampe degli uccelli acquatici differiscono da quelle degli altri uccelli per questa così detta *palmatura*.

I membri poi che non devono servire a camminare, ma esclusivamente al nuoto, hanno una struttura anche più diversa, perchè le parti corrispondenti al braccio ed all' antibraccio vi sono cortissime, il che rende più energica l' azione dei loro muscoli; le altre che tengono il luogo della mano si allargano molto, e le dita avvolte da una comune guaina costituiscono una specie di paletta. Talora le ossa componenti quel remo sono eguali a quelle della mano dell'uomo, benchè esternamente l' organo presenti tutt' altra forma; altre volte le dita differiscono per un maggior numero di falangi, ed infine le falangi delle dita son talora supplite da moltissime verghette ossee collegate da un comune legamento, come può vedersi nelle natatoie dei pesci.

Gli organi inservienti alla locomozione aerea hanno molta analogia colle natatoie. Le ali dei vertebrati, ossia degli animali aventi uno scheletro interno, sono costituite dai membri del torace, modificati in modo

da formare una specie di natatoia leggerissima e molto ampia; ma ciò accade senza che la struttura dell'estremità differisca di troppo da quella della zampa degli animali che camminano, imperocchè la natura giunge ai risultati più diversi senza dipartirsi dal piano prestabilito alla generale architettura degli animali di una stessa classe. Così, mentre pare che le ali degli uccelli sieno differentissime dalle braccia dell' uomo, non ne differiscono essenzialmente se non per le grandi e dure penne che ne guarniscono la superficie, mentre poi le ossa che ne costituiscono lo scheletro sono le stesse, poichè vi si può distinguere una porzione basilare analoga alla spalla, ed una porzione mobile composta di un omero, di un cubito, di un radio e di una mano. Ma quest' ultima parte, essendo soltanto destinata a fornire dei punti di attacco alle penne è poco sviluppata, e presenta solo i rudimenti di un piccol numero di dita. Le ali degl'insetti sono in generale costruite presso a poco sul medesimo modello meno che l'invoglio cutaneo che le costituisce, invece di esser sostenuto da parti analoghe alle ossa dei membri, è sorretto da nervature cornee.

Voce degli animali.

Le relazioni che devono esistere fra un animale e gli altri che gli stanno attorno, non si stabiliscono soltanto per mezzo dei sensi e del moto; molti di questi esseri hanno anche la facoltà di produrre dei suoni

e di adoprarli quali mezzi di comunicazione e di espressione; sono cioè dotati di *Voce*.

Negli animali inferiori, non si scorge verun indizio di questa facoltà; e lo stridore monotono, che volgarmente dicesi il canto degl' insetti, dipende soltanto dallo strofinare che essi fanno le ali l'una sull'altra o con altra parte dei loro tegumenti esterni, sicchè essendo quel suono la necessaria conseguenza di certi movimenti, come per esempio del volo, non si può annoverare tra i fenomeni di espressione e di relazione. Pare che serva soltanto a indicare la presenza di un individuo ai suoi simili o ad altre specie destinate a dargli la caccia. Invece nelle specie superiori la voce ha molta maggiore importanza, perchè dipende interamente dalla volontà; è capace di maggiori variazioni, e producesi per un meccanismo diverso, cioè a dire pel passaggio dell' aria in una parte del canale respiratorio, costruita e ristretta in guisa da porre questo fluido in vibrazione. Quest' organo è la *Laringe*, ed è situato nella parte superiore del collo, fra la retrobocca ed il canale che porta l' aria ai polmoni, cioè a dire la trachea. È costituito di cartilagini, ed è internamente rivestito da una membrana muccosa, la quale forma varie ripiegature che vengono a costituire delle cavernette che diconsi *Ventricoli*. Le accennate ripiegature sono provviste di piccoli muscoli per mezzo dei quali i ventricoli possono essere a volontà, allargati o ristretti. Nella respirazione l' aria espulsa dai polmoni attraversa liberamente la laringe

senza dar suoni; invece quando i muscoli di quest'organo si contraggono, si accelera il passaggio di quel fluido e vien prodotta la voce. Difatti se ad animali vivi tagliansi i nervi che vanno ai muscoli della laringe, quest'organo diviene inerte, e la voce si sopprime. I naturalisti ammettono che l'organo vocale degli animali funzioni a guisa di quegli strumenti a fiato, così detti a linguetta, qual sarebbe il clarinetto, e che nel medesimo la linguetta sia costituita da quelle ripiegature, testè accennate, che formano i ventricoli della laringe. L'aria spinta dai polmoni nell'organo vocale scosterebbe le pareti dei medesimi, dopo di che per la naturale loro elasticità esse si riaccosterebbero, interrompendo momentaneamente il passaggio del fluido, che nuovamente le respingerebbe; dal che ne avverrebbero dei moti di va e vieni, ossia delle vibrazioni tanto rapide da riuscire sonore. Difatti la fisica insegna che i suoni sono prodotti dalle rapide vibrazioni dei corpi elastici.

L'intensità della voce dipende in parte dalla forza con cui l'aria è scacciata dai polmoni, e in parte dalla maggiore attitudine a vibrare che hanno le diverse parti della laringe, e dal volume di quest'organo. Quei mammiferi che sono capaci di produrre urli fortissimi posseggono grandi cellule poste in comunicazione colla laringe, e si attribuisce l'intensità dei loro gridi al rimbombo prodotto dall'aria contenuta nel loro interno. Una simile conformazione riscontrasi nell'asino, e particolarmente

in quelle scimmie americane che diconsi urlatrici.

Negli uccelli la voce si forma principalmente in un organo speciale alquanto simile alla laringe comune, ma posto più in basso nella trachea, e appunto là dove questo canale si bipartisce per formare i bronchi che distribuisconsi ai polmoni. Questa seconda laringe, o *laringe inferiore,* è assai complicata nelle specie canore.

I suoni prodotti dall' organo vocale sono assai diversi fra loro, e possono distinguersi in gridi, in canto ed in voce propriamente detta. Il grido è generalmente acuto e sgradevole, quale si è quello del corvo, del pavone ec. ec. La maggior parte degli animali non hanno altra facoltà vocale se non quella di mandare dei gridi; e l' uomo nei primordj della sua vita somiglia sotto questo rapporto agli altri animali. Il canto consta di suoni che si succedono rapidamente e con mirabile regolarità, producendo sul nostro udito gradevole sensazione. L' uomo ed alcuni altri pochi animali possono modificare i diversi suoni in modo affatto particolare, cioè a dire possono articolarli; al quale atto si dà il nome di *pronunzia.* Il solo uomo, però fra tutti gli animali, sa attribuire un senso alle parole che pronuncia; quindi esso solo può dirsi fornito di *favella.*

Dell' istinto e dell' intelligenza.

Avendo così esaminato gli organi, per mezzo dei quali l' uomo e gli altri animali acquistano conoscenza

degli oggetti esterni e reagiscono su quelli che stanno loro dintorno, dobbiamo compiere l' istoria delle funzioni di relazione, trattenendoci alquanto a discorrere della causa che determina le loro azioni e dei fenomeni dell' intelligenza; soggetti importantissimi, ai quali attesero particolarmente i filosofi, ma che sommamente interessano anche i naturalisti.

Certe azioni dell' economia animale han luogo senza il concorso della volontà o della spontaneità, ed in modo, per così dire, automatico; tali sono, per esempio, i movimenti del cuore e le contrazioni cui vanno soggetti gl' intestini. Vi sono altri movimenti che possono prodursi indipendentemente dalla volontà, ma che non sono del tutto sottratti all' influenza di questa forza, e in questi comprendonsi i moti del respiro, che gli animali possono a volontà accelerare o ritardare, ed anche momentaneamente interrompere. Infine v' ha una terza classe di movimenti dipendenti in tutto dalla volontà, i quali perciò sospendonsi appena s' interrompono le funzioni cerebrali. Questi movimenti, che diconsi volontari, sono quelli soli che prendono una parte diretta nelle funzioni di relazione, e di questi soli intendiamo occuparci, indagando le cause che inducono gli animali ad eseguirli. Sono queste di due sorta, cioè a dire, razionali ed istintive; poichè infatti talora la volontà dell' animale si decide in conseguenza di un giudizio e coll' aspettativa di un resultato determinato; altre volte l'animale è spinto ad agire non da un' operazione dell' intelli-

genza, ma per un impulso non calcolato, ossia per quella natural tendenza che porta ad eseguire atti utili alla vita, ma i cui resultati non sono previsti, e che dicesi, *Istinto*. È atto istintivo quello che facciamo di ritirare con somma prontezza la mano da un oggetto che bruci, come anche quello del bambino che appena venuto alla luce cerca la mammella materna, e subito ne succhia il latte.

Le facoltà istintive sono poco sviluppate nell'uomo, e sono di rado la causa delle sue azioni, essendo queste ordinariamente dirette dall'intelligenza e dal raziocinio; mentre negli altri animali le facoltà instintive sono sommamente sviluppate e determinano quasi tutte le loro azioni, tenendo luogo in essi dell'intelligenza.

Gli atti della vita di relazione degli animali più semplici, come gli zoofiti e gl'infusori, ce li mostrano dotati d'istinti semplicissimi producenti movimenti altrettanto semplici, quali sono quelli della preensione e del cambiar direzione nell'incontro fortuito di qualche ostacolo. Ma di mano in mano che c'inalziamo nella serie degli animali, vediamo gli atti complicarsi e differire sempre maggiormente, sicchè spesso non possiamo rendercene ragione, se non ammettendo negli esseri che gli eseguiscono l'esistenza d'istinti di una mirabile perfezione, ed anche, in alcune specie, facoltà intellettuali analoghe a quelle che nell'uomo sono necessarie alla produzione di atti simili, come la memoria ed il raziocinio. È difatto evidente che

molti animali non mancano di memoria, e che anzi in alcuni di essi è molto sviluppata: sovente il cavallo riconosce una strada da lui percorsa una volta sola e che da vari anni non ha riveduta; e il cane, l'elefante e vari altri mammiferi spesso ravvisano dopo lunga assenza le persone che di essi ebbero cura, o che invece li aveano maltrattati. Pare anzi che non ne sieno sprovvisti neanco alcuni pesci, poichè si giunse a far sì che alcune anguille accorressero alla chiamata del loro guardiano.

Fra le azioni degli animali ve ne hanno di quelle che rimarrebbero inesplicabili, quando non si supponessero derivare da un ragionamento. Il cane infatti che prosegue a rodere le sbarre della prigione se sono di legno, e si rassegna quando le trova di ferro, deve agire per ragionamento, avvertendo che nel primo caso, i suoi morsi intaccando il legno, può infine riuscire a vincer l'ostacolo alla sua fuga; mentre nel secondo, riconoscendo che il ferro è troppo duro, pare sia tratto a giudicare inutile qualunque suo sforzo. Parimente il cane agisce dietro la scorta di un ragionamento, allorquando vedendo il padrone prendere il cappello per uscire di casa, lo festeggia per farsi condurre a diporto. Questa facoltà del cane è ancora più evidente in molti strattagemmi che si narra essere stati adoprati da questo intelligente animale per giungere ad uno scopo prefisso. Un cane di guardia riusciva ogni notte a svincolarsi dal collare che lo teneva in guinzaglio, onde correre in un campo vicino a sgoz-

zare degli agnelli; ciò fatto andava a lavare il muso insanguinato in un ruscello, tornava a casa prima di giorno, rimetteva il collo nel collare, e si sdraiava nel covile in modo da eludere qualunque sospetto su di lui.

L'illustre Cuvier ebbe luogo di fare delle osservazioni sull' intelligenza di un giovine orang-outang (che è la scimmia che più si avvicina all' uomo,) il quale allora viveva nel serraglio del giardino delle piante a Parigi. Questo animale prendeva amore alle persone che aveano cura di lui; entrava in collera quando non gli si compiaceva, ed a guisa di un fanciullo sfogava il suo mal umore gridando e percuotendo il capo contro terra, quasi, non osando pigliarsela colle persone che lo assistevano, se la prendesse con sè stesso per commovere gli astanti. Allorchè rimaneva solo nella stanza dove si custodiva, cercava sempre di scappare, salendo sopra una seggiola per arrivare alla serratura della porta ed aprirla. Un giorno il guardiano, onde impedirgli questi maneggi, tolse da quel posto la sedia; ma l' orang-outang cercatane un' altra la pose al luogo di prima, montando su di essa per aprire la porta. Come negare adunque che tali azioni fossero mosse da qualche raziocinio?

Vero è bensì che i raziocini degli animali bruti sono sempre assai semplici. Essi giudicano, come dicono i metafisici, dall' aspettazione dei casi simili, cioè a dire che al riprodursi di certe determinate circostanze debba anche riprodursi un effetto già speri-

mentato. Il raziocinio umano è caratterizzato dalla potenza di dedurre dal generale il particolare e dallo scorgere i rapporti tra le cose, il che non è dato agli altri animali. Non trovansi indizi d'intelligenza assai sviluppata che nei mammiferi che più somigliano l'uomo; e quanto più si discende nella serie degli esseri, si veggono diventare sempre più rari e l'istinto prendere il luogo dell'intelligenza. Le scimmie ed i carnivori primeggiano per intelligenza; a questi tengon dietro i pachidermi, quali sono il cavallo e l'elefante; poscia i ruminanti come il bove e l'agnello, e i rosicatori come lo scoiattolo, la marmotta, il castoro ed il lepre. Questi ultimi non giungono a distinguere dagli altri uomini la persona che prende cura di loro; un ruminante riconosce il suo padrone, ma le sue facoltà sono così limitate che talvolta basta ad impedirglielo che questi muti di abito; e si sono visti due arieti soliti a vivere insieme, gettarsi furiosamente l'uno sull'altro dopo essere stati tosati, non riconoscendosi a motivo del mutato aspetto. Il cavallo, l'elefante, e specialmente il cane, non solo riconoscono le persone, ma facilmente imparano ad obbedire a certi determinati segni. Chi non ha visto eseguire a questi animali dei giuochi veramente meravigliosi? Il cane ha un così squisito intendimento che si accorge della tristezza o della collera del padrone, accorre in suo soccorso se è in pericolo, ed è riconoscente dei benefizi ricevuti. Si narra di cani che si sono lasciati morire di fame e di dolore sulla tomba del loro padrone.

La storia ricorda di un cane che seguì a nuoto fino a Salamina un ateniese fuggente la patria minacciata da Serse, e che spirò di spossatezza in sulla riva, pochi istanti dopo esservi giunto.

Negli animali inferiori non si discerne nulla che somigli alla ragione, e tutte le loro azioni sembrano dirette dall' istinto. Le azioni istintive distinguonsi da quelle che derivano dalla intelligenza in ciò principalmente che non conseguono dall' imitazione, sono sempre eseguite nello stesso modo, e molto probabilmente senza essere precedute dalla previsione dei loro resultati. L' istinto è adunque un cieco impulso che spinge naturalmente l' animale ad agire in un modo determinato. Così se fannosi covare ed allevare da una gallina dei piccoli anitrotti, questi senza che mai abbiano veduto animali della loro specie pure alle prime occasioni, e malgrado gli sforzi della loro madre adottiva e l'esempio dei pulcini che gli attorniano, tuffansi nell'acqua per nuotarvi e vivervi alla maniera degli altri animali della loro specie. Le api costruiscono fabbriche di una sorprendente regolarità e mirabilmente adattate ai loro bisogni. Se fosse l' intelligenza che le guidasse nelle loro opere, la scienza architettonica di questi animali eguaglierebbe quella dell' uomo. Invece essi pongonsi all' opera senza avere imparato; loro maestra è l' intelligente natura, ed essa, per così dire, lavora per loro.

Vi sono certi animali che sembrano dotati come l' uomo, sebbene in modo assai più imperfetto, di

mezzi di comunicazione, mediante i quali esprimono ciò che sentono e lo fanno conoscere ai loro simili. Così per esempio è noto che le marmotte, quando escono insieme dai loro nascondigli, pongono in sentinella non lungi da loro su qualche luogo elevato, un individuo della loro specie, il quale con gridi particolari le avverte dell' avvicinarsi di un pericolo. Le rondini hanno pure una simil facoltà, imperciocchè si è osservato che al grido di allarme dato da alcuna di esse, quando i loro piccini sono minacciati da qualche nemico, accorrono tosto tutte le rondini del vicinato, e di conserva scacciano l' aggressore. Anche certi insetti sembrano dotati della facoltà di comunicarsi delle notizie. Naturalisti molto degni di fede riferiscono in proposito osservazioni interessantissime fatte sulle formiche. Così quando per qualche accidente viene a rovinarsi la superficie di un formicaio, tutta la colonia è prontamente avvertita di quel comune disastro dalle poche formiche che ne furono spettatrici. Veggonsi tosto queste correre qua e là, avvicinarsi alle compagne che incontrano, urtarle colla testa e palpar loro le antenne colle antenne; quelle che vengono in tal guisa informate, cangiano tosto strada per agire come le prime, e dopo qualche istante migliaia di formiche accorrono là dove la comune dimora ha bisogno di riparo. Nelle zuffe accanite che spesso attaccano fra loro gli abitanti di due vicini formicai, si sono veduti degli esploratori portar notizie al grosso dell' esercito, dopo le quali questo mutò direzione;

ed osservatori coscienziosi assicurano altresì che in momenti di urgenza alcune formiche lasciano il campo di battaglia per correre al formicaio, d' onde appena giunte ripartono seguite da numerosi rinforzi.

Le azioni degli animali trovano quasi tutte una facile spiegazione nell' esistenza delle facoltà ora studiate; ma alcuni di essi presentano certi fenomeni che resterebbero affatto inesplicabili quando non si ammettesse che fossero forniti di qualche senso di cui l' uomo stesso non è dotato, e sulla natura del quale ci è quindi impossibile di formare la minima idea. Infatti non pare che l'istinto possa essere scorta bastevole a quegli uccelli, i quali, come le rondini e i piccioni, rimessi in libertà dopo che furono trasportati a centinaia di miglia dal nido entro canestri ben chiusi, drizzano il volo senza esitare al luogo d'onde furono tolti, quasi come l'avessero dinanzi agli occhi. Quando il cane e gli altri mammiferi riconoscono il cammino a grandi distanze o seguono da lungi le tracce di un animale, sono guidati da sensazioni ricevute per mezzo dell' olfatto che è in loro squisitissimo; ma non si può supporre nulla di simile nell' esempio testè addotto dei piccioni che veggonsi volare da un luogo ad un altro lontanissimo, e che perciò vengono spesso impiegati quali messaggieri fra città distanti alcune centinaia di miglia. Non può neanco farsi alcuna supposizione sulla natura della facoltà che li guida in quella meravigliosa maniera.

Gli organi delle funzioni di relazione si stancano nel loro esercizio, ed hanno di tratto in tratto bisogno di riposo. Perciò cessano di tempo in tempo di agire, e questo temporario interrompimento della loro azione costituisce il fenomeno del *Sonno*. Il sonno in alcuni animali è anche prodotto dal freddo, talchè veggonsi cadere in letargo al sopraggiungere dell' inverno, e rimanervi durante tutta questa stagione. Così accade ai rettili, e ad alcuni mammiferi, come l'orso, il tasso ed il ghiro, i quali perciò diconsi *ibernanti*. Gli organi della nutrizione non partecipano al riposo in cui son posti nel sonno il cervello, i sensi ed i muscoli, giacchè sappiamo che il cuore non cessa mai di battere, nè la digestione e la respirazione s' interrompono giammai. Gli stessi organi della sensibilità e dei movimenti non sempre cessano completamente di agire, come ce lo indicano e il sogno e il sonnambulismo, e i movimenti che spesso gli animali effettuano anche nel sonno.

FUNZIONI DI RIPRODUZIONE.

Dobbiamo adesso gettare uno sguardo su quei fenomeni della vita animale che hanno per oggetto la moltiplicazione degl' individui, e la conservazione della specie. Fin qui noi abbiamo studiato gli animali già formati; vogliamo ora indagare la loro origine ed il modo con cui formansi.

La primitiva creazione degli esseri organizzati forma un soggetto che per assai tempo sembrò inaccessibile alla scienza; ma il genio di Giorgio Cuvier dissipò in parte le tenebre che avvolgevano questo grande mistero, e c' insegnò almeno in quale ordine i varj animali si sono mostrati sulla superficie del nostro globo. La terra che abitiamo non ha sempre avuto la configurazione attuale. Sovente là dove vediamo altissime montagne, in epoche da noi molto remote esistévano valli o mari profondi; e viceversa là dove ora si estende l' immenso oceano, altissimi monti ergevano la loro cima verso il cielo. Di queste considerevoli e profonde mutazioni, operatesi replicatamente alla superficie della terra, scorgonsi anche oggidì le tracce, ed è lo studio di queste che ha rivelato al naturalista le rivoluzioni seguite nella crosta del globo. Diverse parti della superficie terrestre sono state adunque a più riprese invase e abbandonate dalle acque, e ad ogni inondazione vi si sono depositate delle materie solide, le quali hanno formato degli strati più o meno grossi di pietra, di argilla, di sabbia ec. ec., i quali trovansi oggidì disposti nell' ordine della loro formazione più o meno recente. Nei terreni situati al disotto di tutti gli altri, e che sono perciò i più antichi, non trovasi alcuna traccia di esseri organizzati; ma se c' inalziamo negli strati di più recente formazione, vi si riscontrano pietrificati, o come dicesi allo *stato fossile,* dei legni, delle foglie, delle conchi-

glie e delle ossa di forme svariatissime : talvolta questi avanzi sono così abbondanti, che la pietra che li racchiude sembra essere quasi intieramente costituita da essi, e la loro conservazione è spesso sì perfetta che si può facilmente determinare a quali piante o a quali animali appartennero. Lo studio di questi avanzi superstiti di tutte le grandi catastrofi che hanno sì spesso sconvolto la superficie terrestre, mostra che il nostro globo, originariamente sprovvisto di ogni essere vivente, fu primieramente popolato di soli vegetabili, e che i primi animali che poscia comparvero, furono esseri di semplicissima struttura, e le cui specie sono da lungo tempo distrutte; erano animali acquatici alquanto somiglianti a quegli animaletti che volgarmente diconsi porcellini di terra, i quali furono dai naturalisti distinti col nome di *trilobiti;* ovvero molluschi marini viventi entro grandi conchiglie che per la loro forma son dette corni di Ammone o *Ammoniti.* Ad un' epoca più recente il nostro globo è stato abitato non solo da molluschi conchigliferi aventi maggiore analogia con quelli che esistono oggidì; ma ben anco da pesci e da molti enormi rettili, le cui forme erano sovente singolarissime. I mammiferi sonosi mostrati molto dopo, e quelli che hanno successivamente popolato la terra si sono sempre più avvicinati alle specie attualmente viventi. Infine è manifesto che l' uomo, come la più perfetta di tutte le creature, sia anche stata l' ultima, imperciocchè non trovansi in alcun sito ossa umane allo stato fossile. Le investiga-

zioni dei naturalisti sulla formazione della corteccia del globo sono venute a rischiarare la rapida esposizione della Sacra Scrittura intorno alla creazione del mondo. Così, mentre da quanto abbiamo detto si fa manifesto che gli esseri viventi apparsi successivamente sulla superficie terrestre, uscirono dalla mano divina nell' ordine istesso che è indicato dal libro della Genesi, si fa pure evidente che ciascuna di quelle particolari creazioni cui accenna la Scrittura, ad eccezione di quella dell' uomo, non fu in un sol tratto eseguita, ma sivvero successivamente, in uno spazio considerevole di tempo, ed a misura che il globo terrestre veniva esso stesso modificato.

Ad ogni grande catastrofe della natura, varie delle specie già esistenti furono completamente distrutte; furono dipoi rimpiazzate da nuove; dimodochè ciascuna delle epoche della storia antidiluviana del nostro globo è caratterizzata da una particolare popolazione; altre specie però sembrano aver sopravvissuto a questi sconvolgimenti; e secondo il parere di varj naturalisti, alcuni dei nuovi animali che allora apparvero, appartenevano a specie già esistite, ma sarebbero stati alquanto modificati nella struttura per l' influenza delle nuove condizioni in cui trovavansi posti.

Checchè ne sia di ciò, è evidente che fino dai più remoti tempi istorici gli animali si sono succeduti conservando sempre le stesse forme. Trovansi anche ai nostri giorni nelle catacombe dell' antico Egitto delle mummie di uomini, di coccodrilli, e di altri

animali ivi sepolti da due o tremila anni, i quali somigliano per ogni verso agl'individui ora esistenti. Ciò che fino ad un certo punto ci spiega questa riproduzione di forme identiche durante una lunga serie di secoli, mentre gli esseri che le presentano periscono tutti a capo di pochi anni, si è il modo col quale questi esseri nascono. Infatti, in origine fanno parte di altro essere organizzato che loro trasmette la vita, e che in qualche modo è il modello sul quale si formano.

Gli antichi naturalisti opinarono che la materia posta in favorevoli condizioni potesse organizzarsi da sè, divenir la sede di un movimento vitale, e dare spontaneamente origine ad animali anche assai perfetti. Vedevano nascere da un cadavere abbandonato alla putrefazione tante e sì diverse specie di vermi e d'insetti, che furono indotti a credere che nella putrefazione appunto si generassero. Credevano si formassero per una particolar combinazione degli elementi che quell'azione separa dal corpo morto e svolge sotto forma di fluidi aeriformi; ammettendo che quegli elementi, riscontrandosi insieme in certe determinate circostanze, potessero unirsi, e nella loro unione produrre un'azione, la quale fosse appunto la vita. A siffatta maniera di produzione diedero il nome di *generazione spontanea*.

Tanto era invalsa quella opinione, che gli antichi credevano perfino che le ranocchie nascessero dal limo delle paludi, e i topi dei campi dalla terra. Replicate

e ben costatate osservazioni hanno dopo molti e molti anni abbattuta l'ipotesi della generazione spontanea; ma non tanto da averla completamente sradicata; imperocchè anche oggidì ha i suoi sostenitori. Ma oltre che l'osservazione l'ha dimostrata falsa, la stessa ragione la condanna.

Quando i naturalisti si sono dati ad esaminare il modo di generazione dei vermi e degl'insetti, si sono convinti che quella pretesa produzione spontanea, era in fatto una vera generazione ordinaria. Si sono benissimo accorti che le sostanze putrefatte contenevano le uova degli esseri che in seguito sviluppavansi, le quali eranvi depositate da insetti già esistenti. Se si pone della carne fresca in due vasi, e l'uno si tiene rinchiuso sotto una campana, mentre lasciasi aperto l'altro, ecco ciò che si osserva. In ambedue la carne subisce la putrefazione, e diversi insetti accorrendo all'odore depositano le loro uova nella carne situata allo scoperto: in questa gl'insetti non tardano a svolgersi; nell'altra non si produce alcun verme. L'errore degli antichi e di alcuni filosofi del quindicesimo e del sedicesimo secolo proveniva adunque da difetto di osservazione; e poichè le investigazioni sulla generazione degl'insetti esigono moltissima cura ed attenzione, grande perseveranza, e, attesa la picciolezza dell'uova, l'uso di lenti che molto ingrandiscano gli oggetti, non è sorprendente che questo errore abbia durato sì a lungo. Inoltre, la maggior parte di tali generazioni operansi per così dire nel mistero, ed il natura-

lista non può sempre scorgere ciò che vorrebbe. Gli uomini son ben lungi dal vedere tutto ciò che accade nell' universo; essi scorgono soltanto gli oggetti sufficientemente grandi per colpire i loro sensi; tutto ciò che è estremamente tenue sfugge loro, e sventuramente si ha l' abitudine di credere che i limiti dei nostri sensi sieno quelli ancora delle cose. Ecco adunque come siamo stati tratti in errore: si è giudicato dall' apparenza, essendoci la realtà sfuggita; e l' apparenza ci ha ingannati. Se la balena, l' elefante, il bue fossero stati piccoli al pari del moscerino, forse sarieno stati posti nella categoria degli animali che credesi nascano dalla putrefazione; e difatto solo nelle picciole razze è stata ammessa la generazione spontanea.

Perciò si deve indubitatamente ammettere che non solo ogni animale, ma altresì qualsiasi essere vivente tragga la sua origine per generazione da esseri già esistenti ed a lui somiglianti. E difatto non è egli necessario aver vita per comunicarla? Non conviene essere organizzati per trasmettere l' organismo? Come potrebbe mai una sostanza morta, che si corrompe e si disorganizza comunicar la vita e l' organizzazione di cui è sprovvista? Se l' insetto si genera nella putrefazione, perchè mai natura gli concesse i sessi?

Quando si esamina l' arte profonda con cui la minima mosca è organizzata, coi suoi nervi, le sue vene, i suoi muscoli, le sue articolazioni, il suo sangue, è impossibile persuadersi che un tanto mirabile sistema sia l' effetto del caso e di un fortuito

aggregarsi di molecole appartenenti ad una sostanza che si corrompe. Può è vero il contatto di molecole materiali eterogenee dare origine a qualche azione, a qualche movimento: vediamo infatti da molte combinazioni chimiche svolgersi il potentissimo elettrico; ma qual differenza fra il movimento di questo fluido e il movimento vitale! Potrà mai quella certa dose d' istinto da Dio concessa a qualunque animale essere il resultato di un concorso casuale di particelle che separansi da un corpo? Perchè da siffatto concorso non se ne veggono nascere degli aborti, delle nuove specie, delle combinazioni bizzarre, ma invece individui sempre regolari, costanti ed uniformi? Perchè non vi si formano degli uomiciattoli, degli uccelli, dei fiori, o altre produzioni viventi? Perchè infine dagli apparecchi del chimico giammai sortì alcun essere organizzato? Non si può fare a meno di riconoscere che il caso non ha alcuna parte in questo svolgimento di germi. Tutto ciò che è organizzato è generato da esseri simili, e tutto ciò che vive può riprodursi. Generazione spontanea non esiste: è assurdo che la putrefazione, eterna nemica della vita e dell' organizzazione, possa a queste dare origine; essa è la morte istessa; la generazione è la vita.

Vi sono certi animali, che diconsi parasiti, i quali crescono e si riproducono nell' interno del corpo di altri animali maggiori. Tali sono per esempio i vermi che si riscontrano di sovente nell' intestino, e talvolta anche nell' interno dei tessuti e dei visceri dell' uomo

e di altri animali superiori. Il modo di loro produzione è molto oscuro; ma fa d'uopo ammettere che i loro germi introducansi dall'esterno nel corpo degli animali in cui si sviluppano, o che vi esistano originariamente. Nel primo caso convien supporre che tali germi non possano svolgersi che a spese di altri animali; nel secondo che sieno loro necessarie anche certe particolari circostanze per isvolgersi, come, sarebbe un determinato stato morboso; difatti è noto che i vermi intestinali abbondano nelle persone di costituzione linfatica e cachettica, e in special modo nei bambini, nei quali appunto siffatto temperamento è comune.

Se è proprio degli esseri organizzati il nascere da esseri simili già esistenti, il modo col quale questa riproduzione si compie varia però molto nei diversi animali. Nei più semplici, tale importante funzione non è affidata ad alcun organo speciale, ma invece tutte le parti del corpo godono della proprietà di dare origine a delle piccole protuberanze o germogli, i quali vanno crescendo e divengono bentosto nuovi individui simili in tutto a quello da cui provengono. I polipi di acqua dolce, di cui abbiamo già varie volte discorso, riproduconsi in siffatta maniera. Questa generazione, la quale dicesi *Gemmipara*, non vedesi che in un piccolissimo numero degli animali più inferiori. In tutti gli altri, il germe che nello svolgersi deve costituire il nuovo individuo, formasi in un organo particolare detto *Ovaja*. Quando quest'organo comincia a mostrarsi nella serie degli animali, ha una semplicissima conforma-

zione, è ordinariamente un vaso glandolare, ed i germi che produce sono atti a svolgersi senza il concorso di alcun altro apparecchio.

Bentosto però la riproduzione è affidata a due organi distinti, uno dei quali serve alla produzione del germe, l'altro al suo svolgimento, o come dicesi, alla sua fecondazione. Il primo è l'apparecchio femmina; l'altro l'apparecchio maschio. In quelli animali più semplici in cui cominciano a vedersi distinti, sono riuniti sullo stesso individuo, e siffatta disposizione prende il nome di *ermafrodismo*. Le ostriche, i cangilli e moltissimi altri animali inferiori presentano questa maniera di generazione. In tutti gli animali a questi superiori, i sessi sono situati in individui distinti; il maschio e la femmina. Ciò infatti si osserva nei mammiferi, negli uccelli, nei rettili, nei pesci, ed anco negl' insetti, nei ragni, nei crostacei, ed in alcuni molluschi.

Nella maggior parte dei pesci, ed anco in alcuni rettili, la fecondazione dei germi accade dopo la emissione delle uova, ed è quasi affidata al caso: negli animali superiori è meglio assicurata ed accade prima della loro espulsione dal seno materno. In generale il germe dopo essersi distaccato dall' ovaja ed essere stato fecondato non ha più bisogno del soccorso dei genitori per isvolgersi. Abbandonato a sè stesso dà origine ad un nuovo individuo, imperciocchè è provveduto di tutte le sostanze necessarie a nutrirlo durante tutta l'epoca della sua vita embrionale. Negli uccelli però

l'uovo che si compone del germe, delle sostanze nutritive accennate e delle membrane che servono a contenerle, non si svolge che sotto l'influenza di una temperatura assai alta, a cui la madre ha cura di sottoporlo, covandolo col proprio corpo. In altri animali, la serie dei fenomeni della riproduzione, si complica maggiormente, conciossiachè il germe non reca seco alcun nutrimento, e per vivere dopo essersi staccato dall'ovaja ed essere stato fecondato, ha bisogno di contrarre aderenza colle pareti di un particolar ricettacolo, facente parte del corpo della madre, e che è chiamato *matrice*, nel quale il nuovo individuo rimane fino a tanto che i suoi organi non si sieno formati, nutrendosi del sangue materno che dai vasi della madre penetra nei suoi. Gli animali i cui germi non traggono il loro nutrimento direttamente dal sangue della madre diconsi *Ovipari;* mentre quelli che presentano quest' ultima maniera di riproduzione diconsi *Vivipari*, perchè infatti invece di svolgersi in un uovo nascono vivi e già formati. Tutti gli animali inferiori che non riproduconsi per mezzo di rampolli, come i vermi, i molluschi, i crostacei, gl' insetti ec. ec., sono ovipari: lo stesso deve dirsi dei pesci, dei rettili e degli uccelli; ma l'uomo e tutti gli animali che più gli si accostano, come i quadrupedi domestici, ec. ec, sono vivipari.

Svolgimento dei germi.

Quando il giovine individuo comincia a svolgersi nel germe, non è, come potrebbe supporsi, la minia-

tura di ciò che sarà in seguito; esso non anche somiglia ai genitori, e non ha la forma, nè la costituzione che avrà dipoi. L'insieme totale dell'embrione, come pure ogni sua parte, passano per una serie di stati transitorj ben distinti. L'embrione umano, per esempio, nei primi momenti della sua esistenza consiste semplicemente in un corpo rotondo e privo di membra, avente qualche analogia coi più semplici fra gli animali esistenti, poichè non anco vi si riscontrano nè cervello, nè cuore, nè ossa, nè muscoli distinti. Quando il cuore comincia a formarvisi è simile a quello di alcuni vermi, e consiste in un semplice vaso, il quale bentosto s'incurva e presenta due dilatazioni distinte, che sono i rudimenti del ventricolo destro e dell'orecchietta dello stesso lato. In quel momento il cuore umano somiglia quello dei pesci; ma in breve l'orecchietta dividesi in due cavità mediante un tramezzo incompleto, come si osserva nel cuore della maggior parte dei rettili. Dopo non molto anche il ventricolo si divide in due cavità; ed allora il cuore presenta le quattro cavità che riscontransi in tutti gli animali superiori e nell'uomo uscito dallo stato embrionario.

Il modo col quale l'embrione si svolge è stato meglio osservato nell'uovo di gallina, che in qualunque altro animale; e noi ci accingiamo a fare un rapido esame di questo curioso ed interessante svolgimento.

Gli uccelli non hanno due ovaje come la maggior parte degli altri animali superiori: ne hanno una sola che è situata nella cavità addominale dinanzi la colonna

vertebrale, e consiste in un insieme di piccoli sacchi membranosi, di forma rotonda e riuniti in grappoli. Le pareti di questi sacchi sono ricchissime di vasi sanguigni e producono gli ovoli, i quali formansi nel loro interno, e consistono in una sostanza gialla, avvolta da una sottilissima membrana. Questi corpi ingrossano a poco a poco, ed allorquando hanno acquistato il volume che deve avere il torlo dell'uovo perfetto, fendesi il sacco nel quale ciascuno di essi si trova racchiuso, ed essi penetrano nella cavità di una specie d'imbuto membranoso, detto *padiglione*, che applicasi sull'ovaja e conduce all'esterno per mezzo di un canale che apresi presso l'ano, e che dicesi *ovidutto*. Nel momento in cui l'ovolo discende nell'ovidutto si compone soltanto del *vitello*, ossia del giallo o torlo, che è avvolto in un sacco membranoso, sopra un punto del quale vedesi una piccola macchia biancastra chiamata *cicatricula*, la quale ha moltissima importanza, stantechè dalla medesima l'embrione si svolge. A misura che l'ovolo discende si cuopre di altre sostanze separate dalle pareti del canale che traversa: verso la parte media dell'ovidutto ricuopresi di una sostanza densa e viscosa che è l'albume dell'uovo, ed un poco più in basso formasi intorno a questo nuovo strato una membrana assai grossa, la cui superficie esterna s'incrosta di un deposito terroso, che costituisce il guscio. In tale stato l'uovo è partorito. Quando non è stato fecondato non subisce alcuna mutazione importante; ma se lo fu diviene la sede d'una elaborazione attivissima, alla condizione

però che sia sottoposto ad una temperatura sufficientemente alta, quale si è quella del corpo della madre.

Esaminando allora col microscopio la cicatricula, la quale ha circa due linee di diametro, si osserva verso il suo centro un piccolo corpo bianco allungato, che può esser considerato come il rudimento del germe. Il medesimo presenta una linea media biancastra ed arrotondata alla sommità che è il primo vestigio del sistema cerebro-spinale. Intorno al germe vedesi una specie di disco membranoso e trasparente, che a sua volta è limitato da una zona più oscura, e da due cerchi concentrici di un bianco opaco. Verso la diciottesima ora dell'incubazione, il germe prende presso a poco la forma di un ferro di lancia; poi si arrotonda nella sua parte superiore, e vi si forma una ripiegatura che si abbassa dinanzi l'estremità cefalica della linea cerebro-spinale; sui lati di questo segno longitudinale osservansi anche due piccole prominenze, le quali cominciano a ravvicinarsi in maniera da nascondere la linea che le separa; infine verso la ventiquattresima ora, vi si veggono apparire tre paja di punti rotondi, che sono i primi rudimenti delle vertebre, il cui numero aumenta poscia rapidamente. La ripiegatura trasversale che abbiamo veduto abbassarsi sull'estremità anteriore del germe è il primo vestigio della testa, e verso la trentaseesima ora dell'incubazione cominciano a vedersi gli occhi del pulcino; poco dopo la parte posteriore del corpo si disegna, ed il germe s'incurva alquanto. Durante il terzo giorno la testa si fa viepiù

distinta; la sua estremità appuntata, che corrisponde al becco del pulcino, ripiegasi sul petto, e sui lati della colonna vertebrale veggonsi apparire le prime tracce delle estremità. Compariscono parimente al di sotto del collo due piccole appendici, le quali crescendo vengono a costituire la mascella inferiore; infine gli occhi coloransi di nero. Il quinto giorno le estremità, che somigliano sempre a moncherini quasi informi, cominciano ad eseguire piccoli movimenti, e ventiquattr' ore dopo sono assai sviluppate e vi si scorgono le ossa della gamba e dell' avanbraccio; la forma generale del piccolo individuo comincia ad accostarsi a quella che sarà in seguito, ed è verso quest' epoca che il cuore entra nella cavità del petto e le pareti dell' addome completansi. Il settimo giorno formansi i piedi, e verso la fine del nono veggonsi sulla pelle dell' embrione dei piccoli fori, che sono gli orifizi delle glandolette destinate alla produzione delle penne, le quali cominciano a mostrarsi verso la fine del decimo giorno e ricuoprono tutto il corpo nello spazio di ventiquattr' ore.

Il volume della testa, da prima eccessivo rapporto al resto del corpo, addiviene a poco a poco proporzionato, e gli occhi che erano molto grossi crescono dipoi più lentamente delle altri parti; le estremità invece si svolgono più rapidamente, dimodochè il piccolo animale si accosta sempre più alla perfezione. Infine il ventunesimo giorno, il pulcino recide gl' invogli che lo imprigionano, mediante una produzione cornea

assai dura di cui ha guarnito superiormente il becco, e che dicesi volgarmente *panico*, ed allora con un picciolo sforzo del collo e delle gambe riesce ad aprire il guscio e ad uscirne.

Assai più singolare ed interessante è il modo con cui formansi successivamente nel pulcino i varj apparecchi più necessari alla vita.

Verso la ventisettesima ora dell'incubazione scorgesi sulla faccia anteriore del pulcino, e precisamente nel punto in cui termina la membrana che si abbassa dinanzi la testa, una piccola nubecola trasversa, che allargasi alle sue due estremità e si disperde sull'area trasparente in mezzo a cui è posto il germe. Questa macchia è il rudimento della orecchietta sinistra del cuore. Tre ore dopo, il germe di quest'organo trovasi sormontato da un vaso diritto che dirigesi verso la testa e che è il ventricolo sinistro; scorse altre tre ore si forma una strozzatura tra l'orecchietta ed il ventricolo. Verso la trentasettesima ora il cuore comincia a pulsare; però non contiene ancora del sangue, ma è riempito da un liquido incoloro. Fino dalle prime ore della incubazione l'area trasparente che circonda il germe presenta pure delle importanti modificazioni; la membrana che la forma si divide in due lamine, fra le quali se ne forma un'altra di tessuto spongioso, la quale verso la trentesima ora comincia a ingrossare a prendere una tinta gialla; questo tessuto si estende a poco a poco su tutta la superficie del torlo, e delle picciole borse piene di un liquido rossastro formansi

poscia nella sua spessezza, le quali non tardano a porsi in comunicazione fra loro ed a formare una rete vascolare che circonda l' embrione, e manda il sangue al cuore per mezzo di due vasi, le cui estremità scendono nell' orecchietta sinistra. La prima formazione del sangue ha luogo in questa membrana vascolare e lungi dall' embrione. La circolazione di questo fluido è allora facile a seguirsi: il sangue passa attraverso il ventricolo; giunge nel bulbo dell' aorta, e di là rendesi nell' aorta discendente, la quale bentosto dividesi in due rami che sortono dal corpo del feto e vanno a perdersi nei moltissimi vasi capillari costituenti la rete vascolare da cui il feto medesimo è circondato, e dai medesimi è ricondotto in un vaso generale che lo riporta al cuore. Questo viscere completasi nello spazio di sei giorni. I polmoni cominciano a formarsi verso il quarto giorno, e da prima consistono in due tubercoli allungati e quasi trasparenti situati dietro al cuore; bentosto coloransi di rosso, ma non servono alla respirazione prima che il pulcino sia uscito dal guscio. Nondimeno questa funzione si opera con molta attività fino dai primordj della incubazione; e se mediante uno strato di vernice s' impedisce all' aria di penetrare nell'uovo, il pulcino muore quasi subito. Appena l'uovo è partorito l' albume ed il torlo lo riempiono del tutto; ma questi liquidi perdono lentamente per evaporazione una certa quantità della lor acqua, per cui viene a formarsi al di sotto del guscio uno spazio che riempiesi d' aria; il torlo subisce frattanto delle modificazioni che

lo rendono più leggiero dell' albume, di maniera che in qualunque posizione trovisi l' uovo va ad occupare la parte più elevata del medesimo; e la sierosità che durante il secondo giorno dell' incubazione si accumula al di sotto della cicatricula producendo su lei eguale effetto, la fa galleggiare in guisa da porla a contatto dell' aria che abbiamo indicata. La respirazione dell'embrione effettuasi in principio pel semplice suo contatto coll' aria che ha penetrato nell' interno del guscio, o per mezzo della membrana del torlo; ma ben tosto operasi mediante una nuova membrana detta *Allantoide*. Questa apparisce nell' addome verso la quarantacinquesima ora dell' incubazione sotto la forma di una vescichetta membranosa e trasparente della grossezza di un capo di spillo, la quale rapidamente ingrandisce e si distende sulla superficie superiore del torlo, invadendo in breve tutta la interna superficie del guscio, e ricuoprendosi di un bel reticolo vascolare che riceve il sangue venoso dell' embrione e lo pone in contatto dell' aria per trasformarlo in sangue arterioso.

Il canale intestinale sembra nascere da due ripiegature della lamina interna della cicatricula, le quali somigliano in principio a due imbuti aperti ad un' estremità situati al di sotto della colonna vertebrale, l' uno in faccia all' altro. Queste ripiegature restringonsi successivamente e si chiudono, ma in maniera che la loro cavità rimanga sempre in comunicazione col torlo, il quale vi penetra a poco a poco e serve a nutrire il feto, per cui lentamente diminuisce, e verso la fine dell' in-

cubazione è intieramente trasportato nell'interno dell'addome.

Infine il sistema nervoso prova, nello svolgersi, una serie di modificazioni parimente notevolissime, passando per forme transitorie che hanno la più grande analogia colle forme che il sistema nervoso riveste permanentemente negli animali meno perfetti della serie zoologica.

Metamorfosi di alcuni animali.

La maggior parte degli animali hanno venendo al mondo presso a poco le forme e l'organizzazione che conservano durante tutta la vita; ma così non accade in tutti: molti subiscono dopo la nascita nuovi cambiamenti analoghi a quelli che già provarono durante lo svolgimento del loro germe; e talvolta tali mutazioni sono tanto complete, che si può dire che l'animale vada soggetto a vere metamorfosi prima di giungere allo stato perfetto. I ranocchi, e specialmente gl'insetti offrono esempj notevoli di siffatte trasformazioni.

I ranocchi e tutti gli animali dell'ordine dei batrachidi a cui essi appartengono, quando escono dall'uovo hanno forme e organizzazione assai differenti da quelle che presentano quando son giunti al completo loro sviluppo, e perciò nel primo stadio della loro vita soggiacciono ad un continuo processo di trasformazione. I giovani ranocchi appena sortiti dall'uovo

diconsi *girini:* rassomigliano assai a piccoli pesci, e non possono vivere fuori dell' acqua. La loro testa è molto grossa; il loro ventre rigonfio è sprovvisto di membra e fornito di una coda schiacciata, la quale nei giorni seguenti s' allunga e s' inalza molto. La loro bocca è un piccolo foro appena percettibile. Respirano come i pesci per mezzo di branchie, le quali consistono in due piccole pinne sporgenti dai lati della testa. Ad una certa epoca dello sviluppo del girino, le branchie esterne cadono e se ne formano delle interne in una cavità situata sotto la gola. Frattanto la bocca si ricuopre di una specie di becco corneo, per mezzo del quale l' animale s' impadronisce delle sostanze vegetabili di cui si ciba, ma dopo un certo tempo l' integumento esterno della piccola cavità della bocca si rompe ai lati e comparisce al di sotto una bocca molto più ampia e sviluppata, formata di mascelle ben conformate e da muscoli perfetti. L' intestino dei girini è lunghissimo, perchè i giovani animaletti si cibano soltanto di vegetabili, ed affinchè occupi il minor posto possibile nel corpo è avvolto a spirale; ma quando il girino si cambia in animale perfetto questo tubo intestinale è in gran parte assorbito e diviene molto corto, in quanto che si cangia anche il regime dell' animale, e di erbivoro che era diviene carnivoro insettivoro.

Abbiamo detto che i girini nascono senza estremità, ed hanno soltanto la coda. Questa è conformata a guisa di un remo e serve alla progressione dell' animale. Le estremità cominciano ad apparire quando le

branchie esterne si sono distrutte, ed invece si sono formate le interne. Le prime a comparire sono le posteriori, le quali sviluppansi a poco a poco. Le anteriori compariscono più tardi, ma completamente sviluppate perchè si erano già formate sotto la pelle.

Quando le branchie interne si atrofizzano, si sviluppano invece i polmoni; la coda è pure assorbita, sparisce del tutto, e il piccolo animale prende allora la forma che deve definitivamente conservare.

Vediamo adesso a quali metamorfosi vanno soggetti gl' insetti.

Questi animali sono tutti ovipari, e depositano una quantità enorme di uova, l' incubazione delle quali si opera per la sola influenza degli agenti esterni; ma il piccolo animale che ne esce non ha quasi mai la forma degli animali che lo hanno procreato, e giunge a quella a poco per volta, mediante delle trasformazioni successive che sono le sue *metamorfosi*. Appena l' insetto è uscito dall' uovo, è ciò che dicesi una *larva* o un *bruco*, ha una forma allungata, molto simile a quella di un verme; talora fornito e talvolta sprovvisto di zampe. In tale stato l' animale persiste assai a lungo; è sempre in movimento, e mangia con grande avidità. Giunta l' epoca della prima metamorfosi, le larve cessano di mangiare, si ritirano in un luogo sicuro, come tra le fronde di un albero, sotto terra o nelle fessure delle pietre, e quivi alcune si sospendono mediante dei fili di materia sericea da essi prodotti; altre si fabbricano colla stessa materia dei par-

ticolari ricettacoli a cui è stato dato il nome di *bozzoli;* e là rinchiuse vanno adagio adagio soggette ad una trasformazione che le cangia in insetto perfetto. Durante questo cangiamento la pelle di ordinario si distende sul loro corpo per cui vengono ad acquistare la forma di corpi ovali o allungati, alquanto angolosi, senza zampe nè ali. In alcuni la superficie della pelle cha va disseccandosi lascia vedere in disegno o in basso rilievo, le estremità, le antenne, e l'insieme delle appendici dell'animale racchiuso, ma approssimate e addossate al corpo, in guisa da rassomigliare ad una specie di mummia avvolta nelle sue fasce. Diconsi allora *crisalidi* o *ninfe;* ed in tale stato non prendono alimento perocchè mancano di bocca, e neanco evacuano, e si nutrono col consumare l'abbondante pinguedine di cui sono provvisti al principio della metamorfosi; non sono capaci di locomozione, ma sentono, giacchè toccati agitano l'addome, che è la sola parte capace di muoversi; respirano e traspirano, come lo provano le esperienze del Reamur.

Lo stato di crisalide dura vario tempo secondo le specie; alcuni insetti vi si mantengono poche ore, altri più anni. Infine allorquando nell'interno della crisalide sono sviluppate e perfezionate tutte le parti di cui l'insetto dev'esser fornito, si rompe la pelle che lo racchiude e il medesimo ne esce conformato come nell'ultimo stadio della sua vita. Ma sotto questa nuova forma vive poco tempo; talora soltanto alcune ore, ma di ordinario pochi giorni. In questo intervallo depone

le uova e prepara alla sua progenie un luogo sicuro e conveniente.

Alcune specie subiscono dei cambiamenti meno completi. In queste la larva e la crisalide non differiriscono dall' insetto perfetto che per la mancanza di ali; gli altri organi esterni sono identici. Vi sono perfino alcuni insetti di cui le metamorfosi si limitano a semplici mutamenti di pelle.

Fecondità delle specie animali.

La moltiplicazione degli animali è generalmente tanto minore quanto più considerevole è la loro statura, quanto più lunga è la loro vita e quanti meno nemici hanno a temere: così vediamo la balena, l' elefante, l' uomo produrre un solo individuo per volta; invece gl' insetti, che allo stato perfetto non vivono mai più di un anno, e la cui esistenza talvolta è soltanto di poche ore, ne producono varie migliaja alla volta; lo stesso deve dirsi della maggior parte dei molluschi e dei pesci, le uova dei quali ed i piccoli sono divorati in gran copia dagli uccelli, dai rettili ed anco da altri pesci. Devesi non di meno osservare che se i grandi animali generano pochi individui per volta, partoriscono per altro diverse volte nel corso della loro vita e talvolta anche nel corso di un anno, mentre le specie che si moltiplicano moltissimo, producono una sola volta nel corso della vita. Malgrado questa circostanza gl' insetti, i pesci ed i molluschi sono di una fecondità

incomparabilmente maggiore di quella degli altri animali. Certi pesci, a mo' d' esempio l' aringa, partoriscono ogni volta delle centinaja di migliaja di uova.

Sembra ad un tratto che la natura non abbia avuto alcuno scopo utile nell' accordare tanta fecondità a questi piccoli animali e nello spargerli con tanta profusione, sia sulla superficie della terra, sia nel seno delle acque. Ma la saggezza onnipotente è sì perfetta che nulla di quanto esiste è inutile nel gran sistema dell' universo; e quegl' innumerevoli animaletti che il volgo crede inutili e spesso dannosi, vi compiono essi pure uffici importanti. Oltre al servire di nutrimento ad animali più grossi, hanno anche altra utilissima destinazione. Ogni giorno la morte colpisce miriadi di esseri organizzati, i cui cadaveri putrefacendosi spargerebbero l' infezione nell' aria e la renderebbero micidiale agli animali superstiti; ma tosto che le piante o gli animali hanno cessato di vivere, migliaja d' insetti, di pesci o di molluschi precipitansi su quelle spoglie, e le divorano prima che abbiano potuto spargere dintorno i loro mortiferi miasmi. Perciò per effetto di tali animaletti quegli avanzi che spontaneamente decomponendosi sarebbero stati cagione di morte, addivengono ammirabile sorgente di nuova vita e di nuova animazione.

—

REGNO VEGETABILE.

Ora che conosciamo il modo di esistere degli animali, studiamo quello delle piante. Già dicemmo che i vegetabili sono esseri viventi che nascono, si nutriscono, si riproducono, e differiscono principalmente dagli animali perchè non sentono nè si muovono spontaneamente. Carattere essenziale del vegetabile si è quello adunque di esser privo di nervi e di muscoli. A questo devesi pure aggiungere la mancanza di cavità digerente, poichè anche nel modo di nutrirsi le piante discostansi grandemente dagli animali, non avendo esse d' uopo di elaborare le sostanze nutritive mediante digestione, a fine di renderle atte ad essere assorbite, ma assorbendole invece quali vengono loro offerte dalla natura, conciossiachè consistano principalmente in acqua ed in aria. Le piante non avendo alcuna idea della loro propria esistenza, nè di quella degli esseri da cui sono circondate, non provando alcuno dei bisogni che gli animali debbono alla loro facoltà di sentire, vivono fisse allo stesso posto durante tutta la vita. Là dove nacquero ricevono di continuo alimento senza la necessità di andarne in traccia, ed alla loro riproduzione fu dalla natura provveduto in guisa, che sono dispensate da qualsiasi movimento.

Sembra perciò facilissima cosa distinguere un animale da un vegetabile; e ciò per la maggiorità dei casi

è vero, poichè non potrà mai cader dubbio sulla natura degli alberi e delle erbe che ci sono più note, ovvero su quella dei quadrupedi, degli uccelli, dei pesci, dei rettili, degl' insetti ec. ec.; ma se paragoniamo certi esseri posti ai limiti dei due regni, come le spugne, i coralli, le coralline, le tremule, la differenza è così poco evidente, che i più celebri naturalisti hanno esitato nell' assegnar loro il posto che dovevano occupare nella classazione degli esseri, ed ora gli hanno classati in un regno, ora nell' altro.

Dobbiamo nondimeno osservare che qualsiasi essere provvisto di cavità digerente e dotato di movimento spontaneo è realmente un animale; mentre dovrà considerarsi come pianta ogni essere che avendo la facoltà di effettuare certi movimenti sarà non di meno privo di cavità alimentare, come ce ne offrono esempj la sensitiva, le valisnerie ec. ec. Siffatta osservazione faciliterà la classazione della maggior parte degli esseri che, a guisa di quelli che abbiamo sopra citati, possono, per l' imperfezione della loro organizzazione, far dubitare della vera loro natura. Così il corallo è indubitatamente un animale comecchè somigli una pianta, imperocchè spontaneamente contragga il proprio corpo, e sia dotato di cavità digestiva; la tremula [1] è in-

[1] La Tremula o tremella è una pianta semplicissima, analoga alle conferve ed alle alghe, la quale vegeta nei fossi d' acqua stagnante dove ha l' apparenza di un albume verde. È costituita da una materia gelatinosa, tenera, semitrasparente, composta di filamenti incrociati fra loro come i peli di un feltro. Ciascuno di questi filamenti, al dire di molti bo-

vece un vegetabile poichè i suoi movimenti non sono spontanei, nè ha cavità alimentare.

L'intima struttura dei vegetabili è in fondo la stessa di quella degli animali, se eccettuisi la mancanza dei tessuti nerveo e muscolare. I tessuti cellulare e vascolare sono la base di tutti gli organi vegetabili. Se ad occhio nudo si osserva l'interno di un fusto, di una foglia, o di qualunque altra parte di una pianta, veggonsi indistintamente delle maglie costituenti un ordito più o meno serrato, ma non è possibile discernere esattamente la sua costituzione senza il soccorso di un potente microscopio. Mediante questo istrumento vedesi distintamente che la trama formante gli organi delle piante è costituita di tante *cellule* o vescichette sia sferiche, sia ellittiche, sia poliedriche, chiuse da ogni lato, o di tanti *vasi* o canaletti più o meno allungati, i quali sono essi pure realmente costituiti da cellule che degenerarono allungandosi in un senso, so-

tanici, costituisce una piccola pianta che vive e si propaga indipendentemente dalle altre. Adanson nel 1759, osservando con un forte microscopio alcuni di questi filamenti, scoprì che erano animati da un particolare movimento oscillatorio che operavasi in ogni verso, e che fu creduto indipendente dalla temperatura e dalle altre cause esterne, e perciò spontaneo. Perciò fu allora rassomigliata la Tremella ai polipi ed agli altri animali più imperfetti, ed essa stessa considerata quale animale che formi l'anello di concatenazione dei due regni. Più recenti ed accurate indagini hanno dimostrato essere non spontanei i suoi movimenti, ma dovuti invece ad un'irritabilità del tessuto vegetabile che la costituisce, intieramente simile a quella delle foglie della sensitiva, e che in esse eccitasi per l'influenza dei cambiamenti di temperatura od anche dell'umidità.

vrapponendosi le une alle altre e pertugiandosi nei punti in cui si sovrapposero. Talvolta in alcune cellule ed in alcuni vasi il sugo nutritore delle piante cangiasi, mentre le traversa, in qualche prodotto di particolar natura di cui quei semplici organi riempionsi. Allora essi costituiscono delle vere glandole analoghe a quelle degli animali. Perciò sono glandole quei vasi da cui geme il succo lattiginoso che osservasi allorquando si tronca il fusto di alcune piante, come le euforbie ed i papaveri; sono glandole quelle piccole vescichette dei fiori da cui sgorga quell' umor zuccherino col quale le api preparano il miele, e quelle ancora che osservansi sulla scorza degli aranci e dei limoni contenenti un olio volatile infiammabile e odorosissimo. È però vero che la più gran parte degli organi elementari dei vegetabili, funzionano a guisa di glandole, imperocchè non vi sia parte vegetabile in cui il succo nutritore o linfa non si trasformi in qualche particolar prodotto. Così vediamo in alcune formarsi e depositarsi quella materia incrostante che col suo insieme costituisce il legno; in altre quella sostanza verde detta clorofilla a cui le piante debbono il colore generale che rivestono; in altre quei globuli di materia bianca farinacea costituenti la fecola; in altre ed in altre ancora i numerosi e svariati prodotti del regno vegetabile.

Abbenchè scarsi sieno gli organi elementari delle piante, svariatissime e numerosissime sono le parti vegetabili che col loro insieme vengono a costituire. Prendendo a considerare una pianta, sia dessa un al-

bero, un arboscello ovvero un' erba, purchè non appartenga a quella classe di vegetabili imperfetti, come i funghi, le alghe, i licheni, i quali sono alle altre piante ciò che gli zoofiti sono agli altri animali; vi osserveremo sempre una *radice* per mezzo della quale si impianta nel suolo; un *fusto* che si solleva nell' aria; delle *foglie* più o meno larghe che espandonsi nello stesso mezzo; un *fiore* in cui sono contenuti degli organi più o meno delicati protetti da espansioni foliacee ordinariamente fornite di colori vivaci, ed un *frutto* che contiene i germi di una o di varie nuove piante. Ciascuno di questi organi principali consta di parti più o meno distinte e più o meno importanti.

Prendendo a considerare la destinazione dei varj organi delle piante ci accorgiamo che molti di essi, come la radice, il fusto, le foglie, servono ad assorbire dalla terra, dall' aria o dall' acqua le sostanze nutritive; mentre le parti costituenti il fiore ed il frutto hanno per oggetto la riproduzione della pianta. Noi studieremo successivamente gli organi destinati a queste due funzioni della vita vegetabile, cominciando da quelli di nutrizione.

—

ORGANI DELLA NUTRIZIONE VEGETABILE.

La nutrizione delle piante consiste in un semplice fenomeno di assorbimento che operasi mediante gl'innumerevòli fori di cui la loro superficie è ricoperta. I principj assorbiti mescolansi immediatamente alla *linfa*, che è il sangue dei vegetabili, e vanno a fornire agli organi i materiali necessarj al loro svolgimento ed alla loro conservazione. Per la semplicità colla quale tal funzione si effettua, possono tutte le parti del vegetabile indistintamente operarla; ma poichè non si eseguisce in ogni parte nella stessa maniera, noi esamineremo come si effettui nella radice, nel fusto, nelle gemme, nelle foglie ed in alcuni altri organi accessorj che più o meno contribuiscono alla medesima.

La *radice* è quella parte del vegetabile che, ordinariamente sepolta nel suolo, cresce in direzione opposta a quella del fusto, non dà mai origine a gemme ed a foglie, e tende verso il centro della terra. Il vero carattere delle radici non è quello d'esser situate sotterra come potrebbe a primo aspetto supporsi; poichè vi sono molti fusti sotterranei e molte radici che nascono nell'aria. Quando la radice è nascosta nel suolo è ordinariamente scura, ma talvolta è variamente dipinta; giammai però si colora di verde. Destinata quale appoggio alla pianta ed insieme a fornirle buona porzione di nutrimento, si compone di due parti distin-

te, vale a dire di un *corpo centrale* che essendo la continuazione del fusto serve a sostenere la pianta, e di *fibre* o sottili filamenti che colla superficie e specialmente colle estremità succhiano gli umori del suolo. Tale assorbimento è così attivo, che se viene impedito la pianta perisce. Difatti se in un bicchiere pieno di acqua si pone una radice assai lunga e non ramificata, qual sarebbe quella della carota, si osserva che se è immersa nell'acqua colle sole fibre dell' estremità, la pianta vegeta benissimo, ma se vi si dispone in guisa che l' estremità sia fuor d' acqua, mentre il corpo sia totalmente sommerso, la pianta muore per mancanza di sufficiente assorbimento. Tali estremità delle radici dotate di tanto importante facoltà sono distinte col nome di *spongille.* La loro organizzazione è semplicissima, essendo costituite di un fitto tessuto cellulare; ma poichè questo tessuto continuamente si allunga, è sempre nuovo e fresco; non è ricoperto da quello strato di vecchie cellule indurite che costituiscono l' epidermide delle altre parti, e quindi è dotato al più alto grado della facoltà di assorbire l' umidità.

Le radici delle differenti piante si presentano diverse fra loro per ogni sorta di caratteri, cioè a dire per la consistenza, la costituzione, la composizione, la durata e la forma. Queste differenze attentamente studiate dai naturalisti hanno fornito loro dei caratteri propri a distinguere le varie specie di piante. Quando la radice è tenera come in tutte quelle piante dette volgarmente erbe, dicesi *erbacea;* quando è tenera e

grossa come quella della carota e della barbabietola, dicesi *carnosa;* quando è della consistenza del legno come negli alberi, dicesi *legnosa.*

Si dice che è a *fittone* se è conica e s'approfonda perpendicolarmente nel suolo, come nella carota; che è *fibrosa* se componesi di un gran numero di piccoli filamenti disgiunti come nel grano, nel palmizio ec. ec.; che è *nodosa* quando di tratto in tratto presenta delle strozzature; *grumosa* quando le sue sottili ramificazioni sono fornite di piccoli tubercoletti erbacei; *affastellata* se è costituita da un fascio di piccole radici secondarie fusiformi. La radice è *semplice* quando ha un corpo unico come nella rapa; *composta* o *ramosa* quando il corpo si ramifica, come nella quercia, nell' olmo ec.

È *annua* quando perisce ogni anno come nel rosolaccio; *bienne* quando vive due anni come nella carota; *vivace* o *perenne* quando dura lungamente come negli alberi.

In quanto alla forma le radici sono diversissime; ora sono coniche, ora fusiformi, rotonde, nodose ec. ec.

Il *fusto* o *caule* delle piante è quella parte di esse che sostiene le foglie, emette regolarmente delle gemme da cui nascono i rami, e termina inferiormente colla radice. Per ordinario il fusto cerca la luce e tende a sollevarsi nell' atmosfera; nondimeno talvolta è sotterraneo; talvolta striscia sul terreno non potendo da sè stesso sostenersi; ma in questo caso si scorge non di rado la sua tendenza a sollevarsi nell' aria dall' os-

servare che si attacca alle piante vicine a fine di potersi inalzare mediante il loro appoggio.

Esistono certe piante, come la primavera, il giacinto ed altre, le quali sembrano prive di caule perchè le loro foglie apparentemente nascono dalla radice. Dicesi allora comunemente che la pianta è *acaule* o priva di fusto; ma in realtà v'ha sempre uno spazio intermedio tra le radici e le foglie, cioè a dire v'ha sempre un fusto comunque corto possa essere. Anche quando il medesimo trovasi nascosto sotto terra è nondimeno un fusto. Nelle cipolle del tulipano del giacinto ec., il fusto è al centro di quella moltitudine di foglie in forma di squame che costituiscono la maggior parte della cipolla o *bulbo*, ed alla sua sommità porta i fiori.

Talvolta i fusti sotterranei sono carichi qua e là di tubercoli carnosi e feculacei, come nella patata, i quali sono stati creduti produzioni della radice; ma in realtà essi appartengono al fusto, imperocchè si è osservato che l'umidità fa di sovente svolgere dai medesimi delle gemme che emettono dei rami i quali presto ricuopronsi di foglie.

Il fusto acquista talora un sorprendente accrescimento sia in grossezza che in lunghezza; non è raro incontrare anche nelle nostre foreste degli alberi di centoventi a centotrenta piedi di altezza; ed in America i palmizj sorpassano cotesta elevazione. Quanto alla grossezza, veggonsi spesso dei vecchi alberi con tronchi di diametro prodigioso; citasi un sicomoro americano avente settantadue piedi di circonferenza, ed

un viaggiatore naturalista, molto degno di fede, vide alle isole del Capo Verde un baobab che avea novanta piedi di circonferenza.

Distinguonsi nel fusto due parti diverse, una delle quali esterna, ordinariamente sottile, è la *scorza;* l'altra interna, la cui struttura varia molto nelle diverse specie, è il *corpo* del fusto. La prima può considerarsi come la pelle del vegetabile, e si compone di varj strati, il più esterno dei quali, analogo all' epidermide degli animali vien detto *cuticola.* Quest' ultimo non solo ricuopre il caule, ma si estende sulla superficie di tutti gli organi esposti al contatto dell' aria, come le foglie, i fiori ec. ec. La parte interna del fusto è costituita di vasi, alcuni dei quali son destinati al passaggio della linfa, altri a quello dell' aria, e che perciò diconsi *vasi respiratorj* o *trachee;* ed altri infine all' espulsione di certi prodotti della pianta come le resine, le gomme ec. ec.

I fusti sono fra loro differentissimi per molti rapporti. Per la costituzione, distinguonsi in *tronchi*, allorquando sono legnosi allungati e conici, come nella quercia, nel pioppo ec.; *stipiti* allorchè sono legnosi ed allungati, ma dello stesso diametro in tutta la loro estensione, e perciò simili ad una colonna cilindrica, come nel palmizio; *canne* o *culmi* quando sono fistolosi o vuoti internamente e di tratto in tratto interrotti da nodi e da diaframmi, come nel grano, nella canna da zucchero ec.; *calami* quando sono nodosi come i culmi ma pieni di midolla come nel granturco; ed infine

fusti propriamente detti allorquando non presentano alcuno dei caratteri delle indicate specie di caule.

A seconda della consistenza del fusto si dice che una pianta è un' *erba* allorquando ha il caule tenero, verde, ed ogni anno perisce, come avviene del grano e dell' avena; che è un *suffrutice* quando ha il fusto legnoso e persistente, mentre i suoi rami ogni anno muojono e si rinnuovano, come nel timo; che è un *arboscello* quando ha il caule legnoso e ramificato fin dalla base come il nocciòlo; un *albero* infine quando ha il caule legnoso, semplice alla base e diviso in rami solamente ad una certa altezza, come la querce, il castagno, l' olmo ec.

Rapporto alla forma, il fusto ora è *rotondo*, ora *compresso*, *angoloso*, *nodoso*, *sarmentoso*, cioè provvisto di viticci, mediante i quali si sostiene sugli appoggi, come fa la vite; *rampicante* se si solleva fissandosi sui corpi vicini per mezzo di una specie di radici, come fa l' edera; *volubile* se arrampicasi sopra i sostegni avviticchiandosi a spira intorno ai medesimi, come fanno il caprifoglio, il fagiuolo ed il pisello.

In quanto alla superficie dei cauli, questa dicesi *glabra* se è priva di peli; *pelosa* se ne è provvista come nella digitale; *spinosa* se è fornita di spine come nel pruno; *pungiglionata* se è difesa da *aculei* come nel rosajo.

Le *foglie* sono quelle espansioni membranose ordinariamente verdi che nascono sul fusto o sopra i suoi rami. Questa definizione applicasi alla maggior

parte delle foglie; ma ve ne hanno alcune che non posseggono riuniti questi caratteri, e talora invece d' esser verdi son gialle o rossastre; tal' altra in luogo di consistere in semplici espansioni membranose son grosse e carnose come quelle dell' aloe e del semprevivo.

Ogni foglia componesi di due parti: il *disco* o *lembo*, ch' è la foglia propriamente detta, ed il *picciòlo*, volgarmente noto col nome di gambo.

Il picciòlo, che manca in alcune foglie, le quali allora son dette *sessili*, è un piccolo fusto che sorregge la foglia e ne traversa il lembo in tutta la sua lunghezza, costituendo la *costola* della medesima, e gettando da ogni lato dei rami chiamati *nervature*, i quali dividonsi a lor volta e danno origine alle *venature*. Queste ultime del pari ramificansi formando un sottile e delicato reticolo, il quale rappresenta lo scheletro della foglia,[1] e le cui maglie sono riempite dal parenchima, ossia tessuto cellulare.

In certe piante, quali sarebbero verbigrazia il giglio ed il grano, il picciòlo invece di ramificarsi nel modo che abbiamo indicato, si fende al suo ingresso nel lembo e si divide in tanti filamenti che

[1] È facile ottenere lo scheletro di certe foglie, come quelle del noce o del castagno, vale a dire separarne le fibre costituenti la costola, le nervature e le venature dal tessuto cellulare interposto. Basta a quest' uopo tenerle per qualche tempo in macerazione nell' acqua: il parenchima si ammorbidisce e a poco a poco si distrugge, mentre le fibre costituenti l' ossatura della foglia rimangono intatte.

dirigonsi parallelamente fino all' estremità della foglia. Talvolta le nervature non terminano alla circonferenza della foglia, ma sporgono più o meno al di fuori, acquistando nella sommità maggior durezza e convertendosi in aculei, come si osserva nell' agrifoglio e nel pugnitopo. Le due facce delle foglie, le quali distinguonsi col nome di *pagine*, differiscono fra loro per alcuni caratteri; la superiore è più verde, più liscia, e meno porosa; l' inferiore è meno colorita, ordinariamente vellutata e più porosa.

Lo studio delle foglie è molto importante per la distinzione dei vegetabili fra di loro; le differenze che presentano nella disposizione, nella forma, nella superficie, nella circonferenza, nella consistenza, nella durata e nella composizione sono eccellenti caratteri per ispecificare certe piante, d' altronde molto simili per vari rapporti. S' intende per disposizione il modo col quale le foglie nascono dal fusto: così diconsi *opposte* quando nascono alla stessa altezza e partono da due punti opposti, come nell' olivo; *verticillate* quando formano una specie di corona attorno al fusto, come nella robbia; *alterne* quando partono da punti opposti ma situati a differenti altezze come nell' olmo e nel tiglio; *sparse* quando sono disperse senz' ordine sul fusto, come nell' euforbia; *fasciculate* quando escono in copia dallo stesso punto del fusto come nel ciliego e nel pino.

La forma delle foglie è tanto varia che può dirsi quasi con rigore che non esistano due foglie perfetta-

mente simili; non di meno questi organi hanno in ogni specie di pianta una forma presso che determinata, la quale non manca di utilità per la distinzione della specie. Ora sono rotonde, ora ovali, allungate, quadrate, triangolari, lineari ec. ec. Diconsi *cordiformi* quando hanno la forma di un cuore, come nel tiglio; *reniformi* quando hanno quella di un rene come nell' edera terrestre; *sagittate* quando somigliano ad un ferro di freccia come nella sagittaria; *ensiformi* quando rammentano la forma di una spada, come nell' iride; *palmate* quando hanno l' apparenza di una mano aperta, come nel castagno d' India.

La superficie delle foglie può esser piana, convessa, concava, lucida, opaca, unita, scabra, liscia, vellutata, pelosa ec. ec.

Il loro contorno è *intiero* cioè a dire senza smangiature o lobi; *lobato* quando presenta dei lobi più o meno pronunziati; *dentato* se è tagliuzzato a piccoli denti; *spinoso* ossia guarnito di punte acute.

Per la consistenza, le foglie sono *coriacee* come nel lauro ceraso; *molli* come nello spinacio; *carnose* come nell' aloe; *vuote* o *fistolose* come nell' aglio.

A seconda della durata, diconsi *caduche* quando cadono nel corso di un anno, come nel castagno; e *persistenti* quando restano più a lungo sulla pianta, come nel bossolo, nel pino e nel cipresso.

Infine le foglie possono essere *semplici* o *composte;* semplici quando il picciòlo di ogni foglia

nasce dal fusto o da un ramo come nella querce; composte allorquando da un picciòlo comune partono vari picciòli più piccoli sul medesimo articolati, come nell' acacia (Vedi *Fig.* 4.ª); ovvero quando sull' estremità di un picciòlo si articolano varie foglie presso che sessili, come nel castagno d' India (Vedi *Fig.* 5.ª).

Fig. IV.

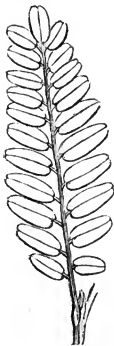
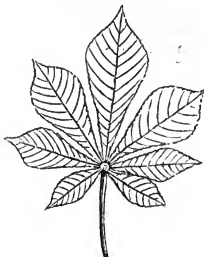



Fig. V.

Anche il picciòlo delle foglie variamente modificasi, imperciocchè talvolta è marginato, quando cioè si allarga lateralmente formando un' espansione

foliacea analoga al lembo della foglia; talora è *guainato*, quando costituisce una vera guaina che involge più o meno completamente il fusto, come si osserva nel grano; talora è *marginato*, ed i margini si sono incurvati e saldati insieme costituendo una specie di calice. In quest' ultima guisa è costituito il singolar picciòlo di quelle piante che i botanici distinguono col nome di *Nepenthes*. Il curioso recipiente costituito da questo picciòlo tanto singolarmente modificato, è sormontato da una piccola foglia che sembra fare l' ufficio di coperchio; ed è anche assai notevole riscontrare di sovente questi ricettacoli pieni di un umore acquoso che la stessa pianta separa.

Le piante posseggono certi organi i cui usi hanno minore importanza di quelli degli organi fin qui studiati; ma la posizione e la struttura dei quali indicano bastantemente che essi pure contribuiscono alla funzione di nutrizione. Tali sono le *stipule*, i *cirri* o *viticci*, le *spine*, i *pungiglioni*, o *aculei*, ed i *peli*, i quali organi tutti, a motivo della secondaria loro importanza, son detti *accessori*.

Le *stipule* sono membrane foliacee poste ordinariamente in numero di due alla base delle foglie. Non esistono in tutte le piante, ma si osservano nel fagiuolo, nel pisello, nel rosaio, nel tiglio, nella malva ed in moltissime altre. Possono considerarsi quali foglie abortite o male sviluppate, abbenchè talvolta acquistino un considerevole sviluppo, ed eguaglino in grandezza le vere foglie.

I *viticci* sono prolungamenti flessibili, filiformi, che per natura loro s' incurvano a spira e si avvolgono intorno agli ostacoli, in modo di sostenere il vegetabile. Le piante che li posseggono diconsi *rampicanti*. Sembra che sieno degenerazioni di altri organi più fondamentali, cioè a dire di foglie, di picciuoli, di stipule ec. ec. Nella veccia e nella vitalba i viticci sono picciolari, cioè derivanti dal picciuolo, che si è prolungato, e trasformato, ed in cui il lembo della foglia non si è prodotto. Nelle zucche, nei pôponi e nelle altre piante congeneri, i viticci sono stipulari, cioè prodotti dalle stipule degenerate; nella vite provengono dal gambo dei fiori e dei frutti, ossia dal peduncolo, poichè talora veggonsi portare dei frutti non bene sviluppati. I rampini, per mezzo dei quali l' ellera si attacca ai sostegni, non sono viticci, ma una sorta di radici, che talvolta i fusti delle piante sogliono emettere a fine di provvedere alla propria nutrizione, e che i botanici distinguono col nome di *avventizie*, per distinguerle dalle vere radici costituenti il sistema discendente del vegetabile.

Le *spine* e gli *aculei* sono armi difensive di cui la natura ha provveduto il vegetabile per renderne più difficile la distruzione. Differiscono fra loro in ciò, che le prime sono prolungamenti del fusto o del ramo da cui sporgono e non possono esserne distaccate senza strappare anche i loro sostegni, mentre gli aculei aderiscono alla pianta, mediante la sola epidermide, e possono esserne distaccati con grande facilità e senza pro-

durre alcuna lacerazione sul fusto. Il susino selvaggio è fornito di spine; il rosaio di aculei. Le spine sono ordinariamente rami degenerati e terminati in punta resistente ed acuta, e perciò veggonsi talvolta emettere delle foglie, come può osservarsi nel susino selvaggio ed anco nei crateghi; ma non di rado sono trasformazioni di picciòli, di stipule e perfino di peduncoli e di espansioni foliacee appartenenti al fiore. Le estremità delle foglie qualche volta induriscono e si appuntano formando delle vere spine, come ce ne danno esempio l'agrifoglio e il cardone.

I *peli* sono piccoli e sottili filamenti che difendono le piante dalle intemperie e specialmente dai perniciosi effetti dei subitanei cambiamenti di temperatura. Sono produzioni dell'epidermide, che talvolta trasformansi in aculei più o meno considerevoli. Nell'ortica sono traversati da un piccolo canale che termina in una vescichetta o glandola, la quale separa un liquido causticissimo; ed essendo per natura loro rigidi e vetrini, penetrano facilmente nella pelle degli animali rompendovisi e versandovi l'umore che contengono, il quale per la sua natura acre e caustica vi produce quel cocente prurito che a tutti è noto.

Sul fusto o sui rami delle piante, nell'angolo compreso fra di essi e le foglie, e che dicesi *ascella* della foglia, o sulla sommità dei medesimi, si osservano certe piccole protuberanze a superficie squammosa, le quali distinguonsi col nome di *gemme*. Le gemme non sono organi speciali, bensì germi di rami,

di cui tutte le parti laterali e le foglie nel primo loro stato rudimentario, sono riunite su di un asse estremamente corto. In origine consistono in piccoli ammassi o noccioli cellulari nascosti nell'interno del fusto, i quali spingono a poco a poco dinanzi a loro la scorza, ed infine si mostrano all'esterno. Allora le diverse serie di cellule interne di questo piccolo asse si trasformano in vasi che pongonsi in comunicazione con quelli del fusto, e la sua superficie si ricuopre di piccole appendici costituenti i germi delle foglie. Quando le gemme sono bene sviluppate hanno ordinariamente una forma conica e sono ricoperte di scaglie che si sovrappongono in parte le une alle altre a guisa degli embrici di un tetto (Vedi *Fig*. 6.ª). Queste scaglie diconsi *perule* e non debbonsi confondere coi rudimenti delle future foglie, i quali sono interni, nascosti, e debbono subire un perfetto svolgimento; mentre che esse non vanno soggette ad alcun accrescimento; sono veri aborti di foglie ed hanno soltanto l'ufficio di difendere le tenere parti che racchiudono. Nei climi freddi e nei temperati le gemme sono protette da una peluria fine e cotonosa, situata fra squama e squama, e da uno strato di vernice resinosa che le intonaca e le rende inaccessibili al freddo e impenetrabili all'umidità.

Fig. VI.[1]

a

b

b''

b'

[1] *a* gemma terminale; *b b' b''* gemme ascellari.

Le gemme cominciano ad apparire nell' estate, ed allora diconsi *occhi;* divenute più grosse nell' autunno per effetto del più attivo movimento della linfa, prendono il nome di *bottoni;* al sopraggiungere dell' inverno, il freddo sospendendo il corso del fluido nutritore arresta ordinariamente lo svolgimento del bottone, finchè nella primavera la gemma si sviluppa e si apre.

La forma e la natura delle gemme differiscono molto nelle varie specie di piante. Non tutte sono ricoperte di perule: quelle che ne sono fornite diconsi vestite, e chiamansi nude quelle che ne mancano. Gli alberi spontanei delle nostre campagne, come il frassino, il faggio, il castagno, il noce hanno le gemme vestite; mentre le piante erbacee annue e molte delle nostre frutticose e suffrutticose, come il rosmarino, la salvia ec. ec. le hanno nude. Le gemme che nascono da cauli sotterranei prendono ora il nome di *turioni* ed ora di *bulbilli.* Lo sparagio ci offre un esempio della prima sorta di gemme sotterranee: l'asse delle medesime è grosso e carnoso e molto si allunga prima di produrre delle foglie. La parte mangiabile degli sparagi delle nostre cucine è la sommità di queste gemme. I bulbilli sono le gemme di quei cauli sotterranei che distinguemmo col nome di bulbi: si riconoscono facilmente alle grosse appendici piene di molta fecola. I gigli, gli agli ec. ec. ci offrono esempio di questa sorta di gemme.

—

FENOMENO DELLA NUTRIZIONE VEGETABILE.

Assorbimento e circolazione.

Il fenomeno generale della nutrizione delle piante ha assai somiglianza con quello degli animali. È difatto principalmente costituito da varie grandi azioni naturali, analoghe a quelle già da noi riscontrate in questi esseri. Son desse: l'*assorbimento* delle materie nutritive, la loro *circolazione*, l'azione dei vegetabili sull'aria atmosferica, cioè la *respirazione* delle piante, ed infine l'*assimilazione*. Aggiungiamo che i vegetabili, come gli animali, separano dal loro fluido nutritore certe sostanze fra loro più o meno differenti, le quali o sono destinate ad un uso speciale, o sono raccolte per subire in appresso una nuova elaborazione, o sono inutili ed anco nocive alla pianta che le rigetta al di fuori. Son queste le *secrezioni vegetabili*, le quali nell'ultimo caso son dette *escrementizie*. Studiamo queste varie funzioni della vita delle piante, e vediamo in che differiscano essenzialmente da quelle degli animali.

I vegetabili non essendo dotati di facoltà locomotiva non possono esistere che per virtù di un organismo, mediante il quale sia loro concesso d'impadronirsi facilmente ed ovunque delle materie proprie a nutrirli. L'acqua, sostanza tanto comune in natura,

serve loro di nutrimento, sia per sè stessa, sia pei corpi estranei che tiene disciolti. Essa è assorbita facilmente dalle estremità cellulari delle radici, che sappiamo chiamarsi spongille. È però vero che anco il tessuto di tutti gli altri organi può assorbire una certa quantità di acqua. Vi sono certe piante parasite sprovviste di radici, le quali assorbono la linfa di altri vegetabili, mediante una completa aderenza del loro fusto su quello di queste piante. Dei rami tagliati ed immersi nell'acqua assorbono una quantità di liquido sufficiente a prolungare di qualche giorno la vita. Le foglie stesse poste sull'acqua, specialmente dalla parte in cui sono più porose, conservano assai a lungo la loro freschezza in grazia di un locale assorbimento. Dopo una lunga siccità le foglie assorbono avidamente le prime gocce di pioggia, e la *Tillandsia*, gli *Epidendri* ed altre Orchidee vivono facilmente in un'atmosfera umida, anche senza aver le radici nel suolo, in grazia di un lento ed abituale assorbimento dell'umidità per mezzo delle foglie. Le spongille delle radici sono pertanto gli organi particolarmente destinati all'assorbimento regolare dei liquidi necessarj alla vita, e compiono questa funzione con un'energia veramente meravigliosa.

L'azione per la quale l'umidità del suolo vien succhiata dalle spongille e s'introduce nella pianta è in gran parte di natura fisica. Dicemmo le spongille formate di giovani cellule prive di aperture: separate da membrane imperforate sono pure tutte le altre cavità del tessuto vegetabile; non di meno sì le une che

le altre sono, per la naturale loro porosità, facilmente permeabili ai liquidi. Ma questa semplice permeabilità non potrà complétamente spiegarci l'assorbimento dell'umidità del suolo operato dalle piante, ed anche meno l'ascensione della medesima nel loro interno. V'ha però un fenomeno fisico, non ha guari scoperto, che in gran parte di tali azioni ci rende ragione. È desso conosciuto col nome di *endosmosi*; ed ecco in che consiste. Se si riempie pressochè per intiero una piccola vescica di membrana animale o vegetabile, di un liquido più denso dell'acqua, qual sarebbe l'acqua zuccherata o gommata, e dipoi s'immerge nell'acqua pura, si osserva bentosto che la vescica si gonfia riempiendosi di una quantità molto maggiore di liquido, e al tempo stesso troviamo che una porzione del liquido zuccherino o gommoso si è trasfusa nell'acqua pura. Apparisce evidentemente da questa esperienza che attraverso la membrana della vescica sonosi stabilite due correnti di liquido; l'una dall'interno all'esterno, ossia del liquido più denso verso il meno denso, e l'altra in opposta direzione. I due liquidi non hanno però attraversató la membrana colla stessa rapidità; il meno denso l'ha infiltrata assai più presto; talchè la vescica ha acquistato assai più che perduto del suo contenuto. E si può anche provare che il fenomeno si prolunga molto, e fino a tanto che la vescica non sia alterata dall'azione dell'umidità, adattando all'orifizio della membrana un tubo di vetro che comunichi col suo interno, imperciocchè il liquido sale ben tosto nel medesimo, e se-

guendo coll' occhio il suo movimento ascensionale, si tien dietro all' andamento del fenomeno. L' assorbimento esercitato dalle più sottili fibre delle radici dipende da un' azione simile. Le cellule costituenti il loro tessuto son piene di succhi più densi dell' acqua onde la terra è impregnata, e dessa per effetto dell' endosmosi infiltra le loro membrane, gonfia le cellule stesse diminuendo la densità del liquido che contenevano, e di là passa nelle cellule più interne. Se si supponesse di favorire la nutrizione delle piante fornendo loro un nutrimento già preparato, mettendo per esempio le loro radici in contatto di una soluzione zuccherina, lungi dal vantaggiarle si nuocerebbe loro, giacchè s' impedirebbe l' endosmosi e quindi l' assorbimento.

Il liquido in cui è immersa una radice è tanto più facilmente assorbito, quanto più è fluido. L'umore che le piante assorbono dal suolo è acqua che tiene disciolte le diverse materie solubili del terreno, le quali variano al variare della sua natura. Le materie indisciolte e solo sospese nei liquidi non sono assorbite, non potendo, ancorchè minutissime, attraversare la membrana delle cellule. Ce ne possiamo convincere offrendo ad una radice dell' acqua in cui sia sospesa della finissima polvere di carbone, poichè dopo l' assorbimento del liquido, non trovasi atomo di questa nell' interno della pianta.

Il liquido che dal suolo ha penetrato nelle estreme cellule delle radici passa da queste per una opera-

zione simile alla precedente nelle cellule situate immediatamente al di sopra, e da queste in altre superiori, in guisa che a poco a poco sale dalla radice fino al fusto, dove il suo movimento ascensionale deve continuare. È dunque la pianta un vero apparecchio endosmosico, nel quale la terra fà l'ufficio di recipiente pieno di acqua; ed è anzi di un'attività maggiore di quello da noi descritto nella sopraindicata esperienza, in quanto che il liquido nella sua ascensione non diminuisce di densità, ma agendo invece sulle materie che incontra nel suo cammino, discioglie una porzione di quelle che erano allo stato solido e diviene sempre più denso. Così modificato fin dal suo ingresso nel vegetabile ha ricevuto il nome di *linfa*. Quando si fora profondamente un tronco di albero a diverse altezze e s'introducono dei tubi in ogni foro e si raccoglie separatamente la linfa che ne scola, si può osservare che essa è tanto più densa quanto più in alto è raccolta.

Noi abbiamo fin qui trattato del fenomeno dell'assorbimento, come se si eseguisse soltanto per mezzo delle cellule; ma poche sono le piante costituite di sole cellule, chè anzi la maggior parte contengono fra queste de' numerosi vasi che seguono la direzione dell'asse. S'intende facilmente come l'ascensione della linfa, spinta incessantemente dal basso, debba essere grandemente accelerata da questi lunghi canali in cui non trova ostacolo alcuno, e che si estendono fin presso le estremità delle radici dove l'assorbimento

incomincia. C'insegna infatti la fisica che nei tubi estremamente sottili, i quali per essere paragonabili per la sottigliezza ai capelli, diconsi *capillari*, l'interna parete del canale esercita sul liquido contenuto che la bagna una specie d'attrazione, la quale in parte distrugge l'effetto della gravità ed obbliga il liquido a sollevarsi nel tubo. La maggior parte dei vasi delle piante sono dei tubi capillari, e devono quindi esercitare questa specie di azione sul liquido che contengono, costringendolo a salire; e la medesima si aggiunge a quella della endosmosi per favorire l'assorbimento.

Ma l'endosmosi e la capillarità non sono le sole forze che producono la continua ascensione della linfa. Infatti è facile prevedere che deve giungere un momento in cui esse debbono aver prodotto l'intiero loro effetto, e che allora dovrebbe stabilirsi una specie di equilibrio, in conseguenza del quale l'assorbimento verrebbe ad arrestarsi. Pertanto ciò non avviene, ed in ogni vegetabile v'ha una forza che agisce nella sua parte superiore, e che di continuo richiama in alto il liquido assorbito. Ecco in che consiste questa nuova forza. Il vegetabile è fornito ad una certa altezza di rami e di foglie in cui si opera una molto attiva evaporazione dell'umidità interna, mediante le estese superfici provviste d'innumerevoli pori. Tutto il liquido che in tal modo evaporasi, e quello ancora che è impiegato a formare e nutrire le nuove parti del vegetabile, son dalla linfa attinti, e devon quindi lasciare de' considerevoli vuoti, i quali tosto dalla linfa delle

parti contigue debbon esser riempiti, venendo così a prodursi di strato in strato un rimarchevole flusso ascensionale che ha la sua origine nella radice.

Per le accennate cose sarà facile ispiegare le diverse fasi che il succedersi delle stagioni produce nel movimento ascensionale della linfa. Nella primavera, tosto che il grado di calore che sembra necessario all' esercizio della vita delle piante comincia a stabilirsi, le gemme, che nell' inverno rimasero stazionarie, si gonfiano alquanto, e le radici riprendono la loro attività. Prima però che l' effetto del riattivato assorbimento si faccia sentire sulle gemme e le svolga, scorre assai tempo; ed in questa prima epoca l' endosmosi e la capillarità sono presso che le sole cause che conservano L' attività dell' assorbimento, mancando allora la pianta di tutte le sue espansioni foliacee. L' abbondante quantità di sostanze più o meno dense e concrete che formaronsi nel movimento vitale dell' anno precedente, e che durante l' inverno depositaronsi nell' interno del vegetabile, si ammolliscono e si disciolgono a misura che la corrente della linfa giunge ad esse, e quindi agiscono possentemente per richiamare i liquidi assorbiti. Essi infatti salgono allora nella pianta con straordinaria abbondanza e con mirabile forza, come possiamo persuadercene tagliando un ramo di una pianta che si trovi in tale stato; poichè vedesi tosto gemere dal taglio un abbondante sgorgo di liquido acquoso. Il così detto *pianto della vite*, altro non è che un simile fenomeno determinato dalla potatura.

E questo scolo tanto abbondante che la straordinaria attività dell' assorbimento da cui è prodotto non può attribuirsi a sole cause fisiche. La vitalità della pianta nuovamente risvegliata dai tepori primaverili v' ha certo una gran parte.

Frattanto le gemme si svolgono, le foglie si spiegano, e la loro azione viene ad aggiungersi a quella alquanto indebolita delle altre cause fisiche. In questo stato si può coll' esperienza verificare l' influenza che l'evaporazione prodotta dalle foglie esercita sul movimento ascensionale della linfa. Basta adattare all'estremità inferiore di un ramo tagliato ed incurvato verso il basso un lungo tubo di vetro pieno di acqua, il quale peschi colla sua apertura inferiore in un pozzetto di mercurio; il ramo assorbirà dell' acqua, e l' assorbimento sarà indicato dall' ascensione del mercurio nel tubo. Si può variare lo stato del ramo, sia lasciandolo fornito di tutte le sue foglie, sia sguarnendolo di alcune, sia privandolo di tutte, come puossi anche esperimentare sotto condizioni diverse di asciuttezza e di umidità dell' aria, ed osservare dal movimento della colonna del mercurio, l'influenza che i varj gradi d' evaporazione del ramo esercitano sulle quantità d' acqua assorbite.

Allorquando i rami si sono successivamente formati, ed hanno acquistato le perfette loro dimensioni e la consistenza che caratterizza per così dire la loro età adulta, il movimento della linfa addiviene assai moderato, non dovendo più questo fluido vitale pro-

durre lo svolgimento di nuove parti, ma solo conserservare le già formate, compensando le continue perdite che accompagnano l'esercizio stesso della vita, e preparare per l'anno venturo i germi degli organi che dovranno svolgersi a lor volta. Se tutto questo movimento vitale, per la precocità della stagione, ha cominciato molto per tempo e si è rapidamente effettuato, può succedere che questi nuovi germi trovinsi pronti troppo presto, in una stagione non anco molto avanzata e che perciò offre loro le condizioni atte a provocare il loro anticipato svolgimento. Ciò accade assai di frequente verso la fine d'estate; nella quale epoca veggonsi spesso spuntare alcune nuove gemme e rinnuovarsi varj fenomeni della primavera, e con essi il movimento ascensionale del fluido nutritore il quale prende allora il nome di *linfa d'agosto*.

Nell'autunno la vitalità delle piante languisce; l'evaporazione alla superficie ognor più diminuisce; i tessuti disseccansi e solidificansi, le foglie muoiono e cadono, ed il vegetabile giunge a quello stato di riposo quasi completo nel quale la vita sembra sospesa. Il movimento della linfa allora si arresta, e per tutta la durata dell'inverno cessa più o meno completamente.

I fenomeni descritti son quelli osservati su quelle piante ove mostransi più distintamente, cioè a dire sugli alberi dei nostri climi. Nelle piante erbacee deve accadere lo stesso, colla differenza che in queste al cessar dell'estate il movimento vitale non si sospende,

ma cessa in modo permanente, in guisa che il vegetabile ne muore.

Il movimento della linfa da noi descritto è impropriamente chiamato *Circolazione*, poichè consiste in un semplice moto ascensionale. Non di meno si osserva che negli alberi il medesimo fluido, dopo aver del tutto cangiato natura, sia per le materie disciolte, sia per l' azione che l' aria v' ha esercitato alla superficie dei rami e delle foglie, prende un movimento di discesa mediante i vasi e gl' interstizj tracellulari della scorza. Nell' Euforbia delle Canarie questa *linfa discendente* è un succo lattiginoso potentemente venefico, mentre la linfa ascendente che percorre il corpo legnoso della stessa pianta, serve di bevanda limpida e rinfrescante agli abitanti della contrada. Che realmente la linfa corticale delle piante abbia un movimento discendente può dimostrarsi con una semplice prova, tagliando cioè un anello circolare di scorza ad un tronco, imperciocchè vedesi il succo sgorgare e accumularsi sul margine superiore del taglio e non sull' inferiore. Questo movimento retrogrado della linfa elaborata e trasformata in succo particolare ora avviene in linea retta ed ora mediante una serie di circonvoluzioni. Esso ha uno scopo importantissimo, vale a dire quello di depositare nel suo tragitto degli ammassi di materie organizzate e destinate in gran parte alla formazione di nuovi tessuti; compiuto il quale ufficio, la linfa discendente ritorna a quelle estremità delle radici ove l' assorbimento ebbe origine. Può dunque questo fluido

paragonarsi al sangue arterioso degli animali, mentre la linfa ascendente può dirsi analoga al sangue venoso.

Respirazione, Assimilazione e Secrezioni delle piante.

Le piante hanno bisogno, come gli animali, di porre il loro organismo sotto l'influenza dell'azione benefica dell'aria; perciò la respirazione è un fenomeno comune a tutti gli esseri viventi, quantunque, come vedremo, non sia identico ne' suoi resultati nei due regni organici.

L'aria penetra nelle piante per mezzo di certe piccole aperture ovali che trovansi sparse su tutta la superficie della loro epidermide, e che l'osservazione microscopica mostra circondate da un piccolo orlo prominente. Queste piccole bocche del vegetabile, dette dai botanici *stomati*, le quali abbondano specialmente nella pagina inferiore delle foglie, comunicano con un grande numero di spazi vuoti o lacune che lasciano le cellule fra di loro e che penetrano nella profondità dei tessuti e nelle più interne parti del vegetabile. L'aria vi può dunque liberamente circolare; e in grazia della naturale permeabilità delle membrane dei vasi e delle cellule costituenti i diversi tessuti, può mettersi in comunicazione coi fluidi e le sostanze in quelle contenute, nel modo stesso col quale negli animali vedemmo che attraverso le pareti dei vasi penetra l'aria che va a vivificare il sangue, ed escono i fluidi che dal medesimo sono espulsi.

Vediamo pertanto in che consiste l'azione dell'aria sulle piante. Quando parlammo della respirazione animale dicemmo che l'aria era composta di due fluidi aeriformi, l'azoto e l'ossigeno, l'ultimo dei quali, il solo atto ad alimentare la vita degli animali, entrava soltanto per un quinto nel suo volume totale. Dobbiamo ora aggiungere che essa contiene anche una piccola quantità di un altro fluido aeriforme, che è l'acido carbonico, composto di ossigeno e di carbone, l'ultimo dei quali corpi è a tutti noto allo stato solido, ma passa allo stato gassoso abbruciando, combinandosi cioè all'ossigeno. Quantunque sia a primo aspetto insignificante la quantità di questo fluido esistente nell'aria atmosferica, non costituendo neanco la millesima parte del suo volume, e che perciò sembri la sua presenza di poca entità, non di meno esso compie nell'aria un importantissimo ufficio, essendochè a sue spese la respirazione vegetabile si effettua. E non deve ciò recar meraviglia quando si rifletta che quantunque in tenue proporzione nell'aria, la sua quantità assoluta è oltremodo considerevole, stante l'immensa estensione ed altezza dell'atmosfera, e che fatti i debiti computi essa ascende a circa quattromila bilioni di libbre. Quando si pone una pianta in un ambiente che contenga questo fluido, esso vien tosto dalla medesima decomposto. Il suo carbone gli è tolto dal vegetabile che lo ritiene dentro di sè, ed il suo ossigeno è restituito all'aria. Quest'azione viene operata dalle parti verdi delle piante, ed ha bisogno dell'influenza

della luce solare. Anche l'acido carbonico, tenuto disciolto nell'acqua che le radici assorbono, non si sottrae a quest'azione, e non appena giunge in contatto delle parti verdi, subisce la stessa decomposizione accompagnata dalle medesime circostanze. Questo fatto tanto importante fu scoperto nel secolo decorso. Carlo Bonnet, occupato nella ricerca dell'uso delle foglie nelle piante, ne avea poste alcune fresche e verdi nell'acqua di sorgente, e le avea esposte al sole, quando osservò che dalle medesime svolgevansi molte bolle gassose. Incerto se desse provenissero dall'acqua o dall'interno delle foglie, rinnovò l'esperienza, servendosi di acqua precedentemente bollita, e che perciò non conteneva più aria, e vide che le bolle gassose non si svolgevano più. Concluse da ciò che il fenomeno dipendeva dall'aria contenuta nell'acqua. In seguito il celebre fisico inglese Priestly ripetendo l'esperimento raccolse le bolle per determinare la natura loro, e stabilì che consistevano in ossigeno. Dopo di lui il fatto venne da numerosi naturalisti confermato, e di più si stabilì colla maggior sicurezza che in quell'azione il carbone dell'acido carbonico veniva fissato dalla pianta, mentre l'ossigeno ne era espulso. Siffatta fissazione del carbone può rendersi evidente, facendo svolgere una pianticella dal suo seme posto entro della sabbia in un ambiente chiuso, nel quale non si faccia penetrare che l'acqua e l'aria necessarie al nutrimento della pianticina, ed osservando che la mede-

sima abbruciata che sia mostra di contenere tanto più carbone quanto più lungo è stato il tempo della sua vegetazione. Infatti, questo carbone non le può esser fornito che dall' acido carbonico dell' aria. Nella completa oscurità il fenomeno non si produce, e si osserva anzi sperimentando in un vaso chiuso, che la quantità dell' acido carbonico va aumentando nell' aria in cui vegetano delle piante all' oscuro, mentre quella dell' ossigeno diminuisce. L'azione adunque s' inverte al buio; cioè a dire la pianta assorbe l' ossigeno e svolge l' acido carbonico. Perciò l' alternarsi del giorno e della notte cagiona l' alternarsi de' fenomeni respiratorj: nel giorno le piante s' impadroniscono del carbone che offre loro l' atmosfera, e a questa rendono l' ossigeno; nella notte svolgono acido carbonico e s' impadroniscono dell' ossigeno. Se si coltivano delle piante all' oscuro esse crescono senza vigore, senza solidità e prive di colore, divengono come si dice, *clorotiche*, manifestando in tal modo la privazione del carbone che solidifica i loro tessuti e inverdisce le loro superfici. Con ciò possiamo spiegare l' uso de' nostri orticultori di ricuoprire di terra quelle parti di certe piante che vogliono far crescere conservandole tenere ed erbacee affinchè sieno buone a mangiarsi. Se le coltivassero allo scoperto, per l' azione della luce fisserebbero molto carbone, diverrebbero dure e legnose, e perciò non mangiabili. Non tutte le piante sono però egualmente sensibili all' influsso della luce solare nè hanno bisogno dello

stesso grado di chiarore per prosperare, poichè infatti se ne veggono alcune crescere rigogliose anche all'ombra e nei luoghi poco illuminati.

La respirazione vegetabile è adunque nei suoi effetti intieramente opposta a quella degli animali, conciossiachè mentre questi tolgono all'aria dell'ossigeno che il sangue porta seco in tutte le parti del corpo per combinarlo a del carbone e per rigettarlo colla espirazione allo stato di acido carbonico, i vegetabili invece estraggono dall'aria quest'ultimo composto, il quale circolando nell'interno dei loro tessuti vi lascia il carbone, ed essi rigettano l'ossigeno. La respirazione dei vegetabili compensa nell'atmosfera l'effetto di qnella degli animali, giacchè l'ossigeno da questi consunto viene dai primi prodotto; e viceversa l'acido carbonico dai primi espirato è dai secondi assorbito. Vero è per altro che nelle piante l'effetto prodotto sull'aria durante la notte deve in parte distruggere quello del giorno; ma se riflettiamo all'enorme quantità di carbone che questi esseri accumulano nel loro interno, e la maggior parte del quale è fissata per mezzo della respirazione, facilmente si scorge che non accade un vero compenso; che l'acquisto diurno di questo principio supera di gran lunga la sua perdita nella notte, e che l'acido carbonico espirato dagli animali può essere in tal guisa intieramente impiegato. Le correnti d'aria ristabiliscono incessantemente l'equilibrio fra i principj costituenti l'atmosfera che l'accumulazione degli animali

e de' vegetabili su certi punti tenderebbe ad alterare. Con siffatti mirabili artificj la natura ha provvisto alla conservazione della costante composizione dell' aria atmosferica.

La respirazione de' vegetabili acquatici operasi in una maniera simile a quella dei pesci. Sappiamo che gli organi respiratorj di questi animali pongonsi in immediato rapporto coll' aria che sta disciolta nell' acqua da cui sono bagnati: lo stesso accade nelle piante che vivono sommerse; le loro foglie, essendo sprovviste d' epidermide e quindi di stomati, presentano immediatamente all' acqua il loro parenchima, attraverso le cui sottili pareti l' aria disciolta si fa strada, senza l' ufficio di quelle infinite bocche che negli altri vegetabili stanno costantemente aperte per aspirarla. La luce ha la sua abituale influenza su questo fenomeno, e ad una grande profondità le piante acquatiche divengono anch' esse clorotiche.

Non tutto il carbone che si ritrova nelle piante proviene dall' acido carbonico che hanno assorbito dall' atmosfera: esso è anche offerto alle piante dal suolo, ed è assorbito per mezzo delle radici. L' umidità del suolo è carica di questo principio, sia perchè le piogge disciolgono quello dell' atmosfera, sia perchè i residui vegetabili che il terreno accoglie ne forniscono una sorgente continua colla loro lenta decomposizione.

Due sono adunque le vie per mezzo delle quali il vegetabile si nutre, cioè a dire l' assorbimento e la

respirazione. Col primo s' impadronisce dei principii che gli fornisce il terreno, col secondo di quelli che gli offre l'atmosfera. Nell' interno dell' organismo questi principii s' incontrano, e là dove tale incontro accade, cioè a dire alla superficie dei rami e delle foglie, si opera fra loro un' azione per la quale trasformansi, e divengono atti ad organizzarsi e ad essere assimilati dal vegetabile.

Pochi sono i principii elementari costituenti le varie parti di un vegetabile, e si riducono a quattro, che sono: il carbone, l'ossigeno, l'idrogeno e l'azoto, i quali sono appunto i principii componenti l'aria e l'acqua. Vero è però che alcune sostanze minerali che l'acqua discioglie dalla terra s'introducono con essa nelle radici, percorrono i tessuti e vi si fissano; ma la loro presenza è varia, spesso accidentale; e quantunque talvolta riescano utili alla vita della pianta, nondimeno non formano veramente la parte essenziale dell'organismo. Sono adunque i soli quattro elementi ricordati quelli che formano i materiali che si organizzano e si assimilano nel vegetabile, quali sono per esempio il celluloso, che costituisce le pareti delle cellule e delle fibre, la fecola, l'albumina, la fibrina, ec.

Di qual natura sieno le azioni che variamente riunendo i quattro elementi che l'aria e l'acqua forniscono al vegetabile, ne costituiscono i diversi materiali dell' organismo, ci è ignoto. Sono azioni simili a quelle per cui negli animali si formano i muscoli, i

nervi, le ossa, ec., che natura soltanto ha il potere di esercitare, e che la scienza non solo non può imitare, ma neanco scrutare.

Formansi però nelle piante un gran numero di prodotti secondari originati da reazioni chimiche che la scienza è giunta a scoprire e talora anche ad imitare e riprodurre. Tali reazioni operansi tra i primitivi materiali delle piante e i principj inorganici che dall'esterno nelle medesime s' introducono. Così, per esempio, il legnoso, che incrosta la membrana delle cellule e costituisce il legno, contenendo assai più carbone e più idrogeno del celluloso, mostra di provenire da questo materiale che ha fissato una maggior quantità dei due accennati principj somministratigli dall' aria respirata e dall' acqua assorbita. Gli acidi che sì di frequente riscontransi nei sughi vegetabili, quali sono, per esempio, l' acetico, il citrico, il tartarico, l' ossalico, ec., provengono certo dai materiali già esistenti, i quali si sono impadroniti di un' abbondante quantità di ossigeno; ed infatti alcuni di questi acidi possono riprodursi nel laboratorio del chimico coll' ossidazione di certi materiali vegetabili, come sarebbero, verbi-grazia, la fecola, la gomma, lo zucchero, ec.

È oggi provato da evidentissimi esperimenti che nella respirazione le piante assorbono dall' aria una grande quantità d' azoto, il quale assimilandosi serve alla formazione dei primitivi principj azotati, quali sono la fibrina, l'albumina, il caseo ed altri, i quali poi dànno luogo mediante nuove reazioni alla forma-

zione di varj secondari prodotti azotati. L'azoto può anche esser fornito al vegetabile dal suolo; e ciò accade specialmente allorquando nel medesimo è contenuta qualche sostanza animale in decomposizione. Allora la quantità di questo principio che si offre alla pianta è così abbondante che il suo accrescimento si fa rapido, ed essa addiviene rigogliosa a guisa di un animale ben nutrito. Per questo motivo appunto gl'ingrassi animali fanno tanto prosperare la vegetazione.

In tutti gli esseri viventi non accade giammai azione nutritiva che non sia accompagnata da un eccessivo assorbimento di qualche principio nutritore o dalla formazione di qualche prodotto che riesca inutile o nocivo all'organismo. In ambedue i casi v'ha espulsione dei medesimi dall'organismo. Le piante adunque traspirano ed escretono certi principj siccome gli animali. La traspirazione dei vegetabili consiste in una esalazione di vapore acquoso, la quale operasi su tutta la loro superficie, ma specialmente su quella delle foglie. Gli stomati sono gli organi specialmente destinati a questa funzione, imperciocchè si osserva che là dove mancano, essa non operasi minimamente, ed è poco sensibile là dove sono scarsi; e poichè siffatti organi sono gli orifizi delle vie aeree dell'organismo vegetabile, dobbiamo vedere una grande analogia fra questa traspirazione e l'esalazione polmonare degli animali, cioè a dire quell'abbondante emissione di vapore acquoso che in questi esseri è espulso col fiato. Nelle piante è principalmente la luce [illegible]

di questa funzione; difatti all' ombra, ad una temperatura eguale od anco superiore, essa non ha comparativamente che un debole effetto, e nella notte si sospende.

Molte sono le materie che, formatesi nell'atto della nutrizione e riuscendo inutili o nocive all'organismo, vengono dalle piante rigettate al di fuori. Desse costituiscono le numerose escrezioni vegetabili, di alcune delle quali l' uomo trae sovente profitto, destinandole a qualche uso, e delle quali possiamo citare come esempi le resine, le gomme, la manna, l'oppio e gli olj essenziali.

—

RIPRODUZIONE DELLE PIANTE.

La natura che giunge di frequente allo stesso fine per vie differenti, ha voluto che il caule ed i rami delle piante, continuando a serbare il loro proprio ufficio, che è quello di servire al nutrimento, potessero al tempo stesso concorrere alla riproduzione. Vediamo infatti ogni giorno che un ramo staccato dal tronco, e piantato nel suolo vi prende radice, produce delle gemme, delle foglie, de' fiori e de' frutti; in una parola diviene una pianta perfettamente simile a quella da cui nacque. Ecco dunque una prima maniera di riproduzione delle piante; maniera di cui si servono tuttodì i coltivatori per moltiplicarne alcune che sono difficili ad ottenersi con altri mezzi. Il pro-

cesso fondato sopra questo modo di riproduzione si eseguisce in differenti maniere: talora s'inclina alquanto un giovine ramo e si circonda di terra all'estremità che si è abbassata, facendo così ciò che dicesi un *margotto;* talora si stacca un ramo per piantarlo in terra, e si eseguisce una *propaggine.* Il primo di questi metodi si applica ad ogni sorta di piante vascolari, e si pratica ordinariamente sulla vite e sull' uva-spina; mentre il secondo impiegasi soltanto per quelle piante che hanno il legno bianco e leggero, come il pioppo, il tiglio, ec. Certe piante si riproducono per mezzo di propaggini naturali di cui spesse volte l' uomo profitta per moltiplicarle: tali sono, per esempio, gli agli e le patate, delle quali i primi riproduconsi mediante i loro bulbilli, e le seconde mediante i loro tuberi; organi che sappiamo far parte del caule, e che rimanendo sotterra, emettono delle radici mediante le quali le nuove piante si svolgono.

Ma il modo il più comune, il più generale che la natura impiega per riprodurre il vegetabile, è indubitatamente la fecondazione; funzione i cui organi sono designati sotto il nome collettivo di fiore, del quale noi intraprendiamo a studiare le parti.

Nel *fiore* natura ha riunito tutto ciò che può dilettare lo sguardo: eleganza, leggerezza, varietà di forme insieme a magnificenza e splendore di tinte. Gli antichi, colpiti unicamente dalla sua bellezza, scorgevano in esso soltanto un adornamento ed un lusso della creazione, ed erano ben lungi dal sospettare che

al di sotto di sì mirabili invogli esistessero gli organi riproduttori del vegetabile. Aveano esaminato attentamente il fiore, e veduto che nel suo centro esistevano delle parti meno splendide, ma di queste ignorarono l'uso. L'esperienza venne in seguito a svelare il loro ufficio; e si riconobbe con meraviglia, che le medesime, fin'allora poco considerate e credute inutili, erano le sole realmente importanti, poichè destinate a riprodurre e moltiplicare le piante; mentre quelle che si era creduto costituissero la parte principale del fiore, non erano che accessorie, e solo utili a proteggere le parti essenziali. Da quell'epoca la maggior parte delle piante che si erano credute prive di fiore, perchè non ne aveano gl'invogli colorati, furono con maggior attenzione esaminate, e si vide che esse pure aveano degli organi riproduttori, quantunque fossero sprovviste di ogni sorta di adornamento. Perciò si distinsero due sorta di organi nel fiore: quelli della riproduzione, i soli indispensabili, e gli organi protettori, i quali senza essere al pari necessari sono nondimeno utilissimi e si riscontrano nella massima parte delle piante. I primi si dissero *organi sessuali;* l'insieme dei secondi si distinse col nome di *perigonio* del fiore. Queste diverse parti sono ordinariamente disposte circolarmente sopra un asse centrale o *peduncolo*, intorno al quale formano delle specie di stelle, o *verticilli*, composte di un numero più o meno grande di pezzi che ne costituiscono i raggi.

Non tutte le piante mostrano ben distinti gli or-

gani sessuali. Ve ne ha un certo numero, nelle quali questi organi per la loro piccolezza e fugacità sono appena discernibili, ed altre nelle quali finora non s'è trovato alcuna parte che possa con qualche fondamento considerarsi quale organo di fecondazione. Tutte queste piante sono state distinte col nome generale di *Crittogame*, che significa congenerazione nascosta; ma quelle che sembrano realmente prive di organi sessuali sono state più particolarmente distinte col nome di *Agame*. Son queste i licheni, i funghi e le alghe. Invece di veri organi di fecondazione, riscontransi in queste piante dei corpicciuoli che possono paragonarsi ai bulbilli, nei quali svolgonsi senza apparente fecondazione de' nuovi individui simili a quelli cui il bulbillo apparteneva; e questa sorta di piccole gemme hanno ricevuto il nome di *spore* o *sporidj* quando sono contenute in qualche ricettacolo, cui è dato il nome di *sporangio*, mentre chiamansi *propaguli* quando son nude sulla superficie della pianta.

Le piante in cui gli organi sessuali sono ben distinti, chiamansi *fanerogame*, e sono la massima parte. Nelle medesime il peduncolo che sostiene questi organi termina con una dilatazione o un rigonfiamento, al quale si dà il nome di *ricettacolo*. Gli organi sessuali sono poi di due sorta: l'uno, il *pistillo*, nel quale formansi e svolgonsi i germi, cioè a dire i semi; l'altro, lo *stame*, nel quale è contenuta una finissima e leggera polvere ordinariamente gialla, il *polline*, la quale ha virtù di fecondare e di fare svolgere i germi

contenuti nel pistillo. Il pistillo è adunque l' organo femmineo delle piante, mentre lo stame ne è il maschio. Sono i medesimi ordinariamente riuniti nel medesimo fiore, che allora dicesi *ermafrodito;* ma non di rado accade che i pistilli siano racchiusi in un fiore e gli stami in un altro. Questi fiori diconsi allora *unissessuali*, e prendono il nome di maschio o di femmina secondo che contengono gli uni o gli altri organi. Talvolta tutti i fiori maschi sono raccolti sopra una medesima pianta, e i femminei sopra un'altra, come nella canapa, e allora la pianta dicesi *dioica;* talora invece le due sorta di fiori son poste sul medesimo stelo, come nella zucca e nel popone, e la pianta dicesi *monoica.* Per bene intendere il fenomeno della fecondazione delle piante, fa duopo conoscere l' intima struttura de' loro organi sessuali. Quando si osserva un fiore si vede ordinariamente al suo centro uno o vari piccoli rigonfiamenti sormontati da un filamento che si allarga alla sommità. Son questi i pistilli, dei quali la parte rigonfia è l' *ovario*, il filamento è lo *stilo* e la parte dilatata lo *stimma.* L' ovario forma la base del pistillo, e ne è la parte più importante; è ovale e contiene una o più cavità in cui sono racchiusi gli *ovoli*, ossia i semi non fecondati.

Si distinguono due sorta di ovari a seconda della loro posizione relativamente all' invoglio florale. Quando questo li avvolge completamente in guisa da renderli invisibili, a meno di toglierlo, come nel zafferano, si dice che sono *aderenti*, mentre diconsi *liberi* quando

l'inserzione dell'invoglio florale, avviene al di sotto di essi, per cui facilmente si scorgono senza sfogliare il fiore. Così accade nel giglio, nell'aloe ec. L'ovario dicesi anche *mono–,bi–,tri* o *pluri–,loculare* secondo che la sua cavità è semplice o divisa in due, tre, o più compartimenti. Dal numero dei semi che contiene prende i nomi di *mono–,bi–,tri–,pluri–spermo.*

Lo stilo, ossia quel filamento che sormonta l'ovario contiene un canaletto destinato a trasportare sui germi il polline fecondante. Talvolta è tanto corto che appena si scorge, mentre in certi fiori, come nel giglio, ha vari pollici di lunghezza. È sempre terminato da quella dilatazione che abbiamo detto chiamarsi stimma, la quale non è veramente distinta dal suo sostegno, ma è destinata a ricevere il polline e a farlo passare per mezzo dello stilo nell'ovario.

Nella immensa maggiorità dei fiori, vedesi a lato o attorno ai pistilli, fra i medesimi e gl'invogli florali, uno o più filamenti sottili, i quali quando sono assai numerosi li circondano a guisa di una corona. Son questi gli stami e gli organi maschi delle piante, i quali sono formati di due parti, cioè del *filamento* e dell'*antèra*. Il filamento, che talvolta manca, è un filetto che serve di sostegno all'antéra, la quale consiste in una specie di borsa membranosa contenente il polline o polviscolo fecondante.

L'inserzione degli stami sul ricettacolo si fa in tre modi diversi: essa è *ipogina* quando questi organi nascono al di sotto dell'ovario, come nella melissa,

nella senapa, nel tiglio, ec., e facilmente si riconosce dal poter togliere il perigonio senza intaccare gli stami; è *perigina* quando gli stami sono attaccati al calice intorno al pistillo, come nelle rose, nel palmizio, nel colchico autunnale, ec.; infine è *epigina* tutte le volte che gli stami nascono sopra l' ovario, il quale è allora necessariamente aderente, come nel ramerino, nella patata, ec.

Quantunque gli organi sessuali formino la parte veramente essenziale del fiore, sarebbe errore credere che il perigonio non abbia importanza: questo involglio è tanto utile che rare sono le piante affatto prive del medesimo. Certo, esso non ha sempre quella eleganza e quello splendore che ammiriamo nella rosa, nel tulipano, nella camelia e in tanti altri bellissimi fiori; ma in quasi tutti vi ha un perigonio più o meno svilluppato.

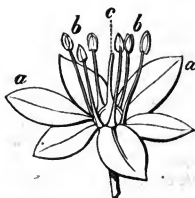
Il perigonio è talora semplice, vale a dire formato di un solo involglio, come nel tulipano, nel giglio, ec., ed allora riceve il nome di *calice;* ma più spesso è doppio, cioè formato da due invogli sovrapposti; ed in questo caso la parte esterna dicesi *calice* e l' interna *corolla.*

Il perigonio sia semplice, sia composto, è ora costituito di un solo ed ora di vari pezzi o foglie. Il *calice* è ordinariamente sprovvisto de' bei colori di cui è rivestita la corolla; ma quando è solo e ad immediato contatto degli organi sessuali è spesso ornato al pari di questa dei più bei colori, come si osserva nel giglio e nel tulipano.

Se il perigonio è doppio, allora il calice piuttosto che un ornamento è un invoglio protettore degli organi della fruttificazione, e difatti non avvizzisce e cade se non quando questa funzione è compiuta. Per adempire a questo scopo della natura, il calice è ordinariamente formato di varie foglie, le quali ripiegandosi le une sulle altre formano prima della sbocciatura una custodia agli stami ed ai pistilli, impenetrabile alle ingiurie dell'aria; e quando è di un sol pezzo, si osserva che la sua parte superiore è divisa in lobi che s'incrociano e si ricuoprono come nel caso precedente, mentre l'inferiore forma un tubo ristretto atto a compiere il medesimo ufficio. Quando il calice è formato di diverse foglie, queste prendono il nome di *sepali*. Perciò si dice che è *bi–*, *tri–*, *poli–sepalo* a seconda del numero delle medesime. Il calice formato di un sol pezzo dicesi *monosepalo*.

La *corolla* costituisce la parte più bella del fiore; essa è il vero ornamento della pianta, ed il suo nome che proviene da *corona*, sta a indicare che per le pregevoli qualità di cui è dotata, incorona, per così dire, il vegetabile. Essa può essere formata di un sol pezzo o di varj: nel primo caso dicesi *monopetala*, nel secondo *polipetala*, imperciocchè i pezzi o le foglie che la costituiscono chiamansi *petali*. La corolla monopetala può essere *bifida*, *trifida*, ec., secondo che il suo lembo è diviso in due, tre o più parti; quella polipetala dicesi *bi*, *tri*, *tetra*, *pentapetala* a seconda del numero de' suoi pezzi. Dobbiamo però osservare

che per mezzo di particolari colture si possono rendere assai più numerosi i petali di un fiore. Così vediamo le rose, i garofani, le camelie coltivate nei giardini, avere un numero di petali molto maggiore di quello che naturalmente avrebbero. Questi fiori diconsi *doppi*, e nei medesimi sono gli stami che convertironsi in petali.

Fig. VII. [1]

Variatissime sono le forme delle corolle, e i botanici ne indicano un numero grandissimo, le quali servono alla distinzione della specie. Ne rammenteremo soltanto alcune particolari. Diremo in primo luogo che le corolle distinguonsi in *regolari* ed *irregolari*, e si comprendono fra le prime quelle i cui petali sono tutti simili fra di loro, o che essendo monopetale le loro divisioni sono eguali; e fra le seconde

[1] Organi del fiore; *aa* sepali del perigonio; *bb* stami; *c* pistillo,

quelle che presentano le condizioni contrarie. Sono corolle regolari quelle della rosa e del giglio, irregolari quelle della ginestra e della bocca di leone. Quando la corolla regolare ha la forma di una campana, dicesi *campanulata;* se di un imbuto, *infundibuliforme;* se imita i raggi di una ruota essendo monopetala, *rotacea;* e se presenta la stessa disposizione essendo polipetala , *rosacea.* Chiamasi *cruciforme* quando è formata da quattro petali disposti in croce , come nel cavolo , nella senapa , ec., e *cariofillata* quando è pentapetala e munita di un lungo tubo , come nel garofano. Fra le corolle irregolari ricorderemo la corolla *labiata*, la *personata* e la *papilionacea.* La prima è divisa trasversalmente in due parti o labbri , uno superiore e l'altro inferiore, come si osserva nella melissa , nel timo , ec. ; la personata è divisa pure in due labbri come la precedente, ma i medesimi sono configurati in guisa da darle l'aspetto delle fauci di un animale , come appunto si vede nella già ricordata bocca di leone; la papilionacea si compone di cinque petali, uno dei quali sovrasta agli altri , è allargato e dicesi *vessillo*, due medi e laterali , per la loro apparenza son chiamati *ali* , e gli altri due inferiori riuniti insieme formano attorno gli stami un involucro che per la sua forma incurvata ha ricevuto il nome di *carena;* tutto questo insieme dà al fiore l'aspetto di una farfalla. Corolla siffatta si osserva nella ginestra, nel pisello , ec.

I fiori sono talvolta solitari all'estremità del fu-

sto o dei rami; più spesso sono aggruppati insieme sopra un medesimo gambo costituendo ciò che dicesi una *infiorazione*. Variabilissima è la disposizione dei fiori aggruppati sul medesimo stelo, ond'è che si distinguono molte sorta d'infiorazioni. Si dice infiorazione *verticillata* quella in cui i fiori formano attorno al comune peduncolo una specie di corona o di stella; se invece vi sono sparsi senza ordine, formano il *grappolo* e la *spiga* secondo che sono forniti di peduncoli assai lunghi o ne sono privi. L'infiorazione del castagno d'India è un grappolo; quella del grano e dell'avena è una spiga. Quando la spiga è avvolta da una grande foglia che s'inserisce alla sua base, come accade nel gichero, allora prende il nome di *spadice*. Dicesi *ombrella* quella infiorazione nella quale i peduncoli dei fiori partono tutti dallo stesso punto del fusto, e s'inalzano alla stessa altezza, in guisa che l'insieme dei fiori costituisce una specie di ombrello. Tale si è l'infiorazione del finocchio, della carota, della cicuta, ec. Se poi i fiori col loro insieme formano un ombrello simile al precedente, ma i loro peduncoli invece di partire dal medesimo punto del fusto partono da punti situati a differenti altezze, allora l'infiorazione chiamasi *corimbo* o *mazzetto*, e tale si è quella del laurotino.

Fecondazione.

Ora che gli organi sessuali delle piante, racchiusi nei loro fiori, ci sono noti, vediamo in qual modo

sieno atti a produrre i frutti, e come dai germi che questi contengono si svolgano i nuovi individui destinati a conservare le specie; in una parola, studiamo le varie fasi della funzione di riproduzione nelle piante. Esse riduconsi a tre, che sono la *fecondazione* la *fruttificazione* e la *germogliazione*.

Appena i tepori di primavera si fanno sentire e rianimano la vita delle piante, i bottoni dei fiori, che sono di queste le parti più tenere e delicate, ne risentono di ordinario i primi il benefico influsso; ingrossano, si aprono, e mettono allo scoperto i petali che eran tenuti nascosti dagl' invogli del calice. I petali schiudonsi a lor volta, ed il fiore sboccia, e fa mostra degli stami e dei pistilli che teneva racchiusi. Quando essi hanno acquistato il debito sviluppo, le antére si aprono e lasciano cadere il polline che va a fecondare gli ovari. Non è però necessario che lo stame sia presso al pistillo onde avvenga la fecondazione; imperocchè il polline di un fiore può essere trasportato dai venti, dalle correnti d'acqua o dagl'insetti, sui pistilli di altri fiori situati a considerevole distanza. Nelle piante dioiche, nelle quali gli stami ed i pistilli son posti sopra individui diversi della medesima specie, la fecondazione si opera sempre con tali mezzi.

La fecondazione delle piante era presso che ignota agli antichi. Furono i naturalisti del secolo scorso, e principalmente il grande Linneo, che la posero in evidenza. I fatti che l'addimostrano sono

tanti e sì luminosi, che non è ormai possibile dubitarne. Le piante dioiche femmine non fruttificano, o almeno non dánno semi produttivi, se non hanno ricevuto il polline delle piante maschie, come di sovente accade allorchè sono molto lontane o affatto separate. Si sono vedute delle piante femmine esotiche coltivate nei giardini botanici di Europa, fiorire ogni anno, ma non portare i frutti, fintantochè non è stata loro portata da presso una pianta maschia. Nel giardino botanico di Berlino viveva, or sono vari anni, una palma femmina che non aveva mai fruttificato, ed a Lipsia vegetava contemporaneamente una palma maschia, che di tempo in tempo fioriva. Col polline di questa, inviato per lettera, furono impolverati i pistilli dell' altra, e tosto essa produsse i frutti in abbondanza, dai cui semi nacquero nuove palme, che vegetano anche oggidì. Simili esperimenti sono stati ripetuti in quasi tutti i giardini botanici d' Europa, ed in quelli pure di Firenze e di Pisa.

Gli Egiziani hanno l' uso di procurarsi nel deserto le infiorazioni dei datteri maschi per impolverare col loro polline i rami dei datteri femmine da loro coltivati; e si narra che nel 1800, avendo la guerra impedito agli abitanti l' effettuazione di questa pratica, non vi fu raccolta di frutti.

Ai nostri agricoltori è notissimo che alle piante monoiche, come il granturco, in cui gli stami ed i pistilli sono su fiori diversi sebbene sulla medesima pianta, non debbonsi togliere troppo sollecitamente le

pannocchie fornite di stami, altrimenti non si svilupperebbero i semi. I giardinieri ottengono moltissime varietà di gerani e di altri fiori per mezzo di fecondazioni incrociate di specie differenti: hanno però cura di togliere gli stami del fiore su cui operano, prima del completo loro sviluppo, imperciocchè l'esperienza ha provato che se il polline giunge sugli stimmi della propria pianta vince sempre in azion fecondante quello di ogni pianta estranea. I fiori completamente doppi hanno tutti gli stami e tutti i pistilli trasformati in petali, e perciò non dánno semi; quelli semidoppi, nei quali alcuni stami ed alcuni pistilli sono rimasti, producono qualche seme.

Egli è adunque indubitato che la riproduzione delle piante si opera principalmente mediante una vera fecondazione paragonabile a quella degli animali. Mirabili sono i modi diversi coi quali questa funzione si effettua nelle piante che vivono sott'acqua. Siccome il polline per la natura sua grassa non può mescolarsi all'acqua e andare mediante di essa a fecondare gli ovarj, è necessario che anche in queste piante la fecondazione accada in mezzo all'aria, e perciò i loro fiori talora si aprono in cavità piene di questo fluido, come avviene nel ranuncolo acquatico, che emette il polline nel bottone rigonfio del fiore, il quale quantunque sommerso è pieno di aria; talora invece sbocciano al di sopra della superficie delle acque, come fanno le ninfee, le quali radicate nel fondo delle acque innalzano i loro peduncoli fino alla super-

ficie, e i loro fiori si aprono in mezzo all' aria. Nella castagna d' acqua (*trapa natans*), presso l' epoca della fioritura, i picciòli delle foglie si gonfiano a guisa di vesciche natatorie piene di aria, e sollevano fino alla superficie dell' acqua la pianta intiera, che era prima radicata nel molle limo del fondo. Dopo la fioritura quelle stesse vesciche si riempiono di acqua, e la pianta ridiscende per maturare i suoi semi. Ma la pianta più celebre sotto questo rapporto è la Vallisneria. Dessa è dioica, e vegeta nelle acque stagnanti dei paesi meridionali d' Europa, fortemente impiantata nel fondo. Gli steli femminei sono forniti di peduncoli, avvolti in modo da formare una spirale che a poco a poco si svolge allungandosi fino al livello delle acque. I fiori maschi hanno dei peduncoli cortissimi; ma i loro bottoni formano delle piccole vesciche, che staccansi dai loro sostegni e vengono a galleggiare intorno ai fiori femminei, si aprono, spandono il loro polline e muoiono. Appena quelli sono fecondati, il loro peduncolo si ritira sott' acqua accorciando la propria spira, e così immersi maturano i semi.

Singolare è l' azione del polline sullo stimma. Il nostro illustre ottico Amici ha osservato col proprio microscopio, e descritto i cambiamenti che i grani di polline subiscono venendo in contatto collo stimma. Non appena risentono l' impressione del liquido viscoso da cui quell' organo è spalmato, emettono una membrana interna sotto la forma di un tubo cilindrico che sorte dal lato più umido, cioè da quello con cui

posano sullo stimma, e penetra fra le cellule di questo organo, internandosi nel molle tessuto che lo costituisce. L'Amici rassomiglia lo stimma di un fiore, durante quest'azione, ad un gomitolo di velluto, ed il polline a degli spilli piantati su quello; difatti il grano del polline rappresenta la testa dello spillo ed il tubo l'ago. Si crede da alcuni naturalisti che il tubo del polline si allunghi fino all'ovario; da altri che ad un certo punto si rompa. Quello che è certo si è che il suo ufficio consiste nel trasportare la vera materia fecondante del polline fino agli ovoli. Questa materia, distinta col nome di *fovilla*, è racchiusa nell'interno di ogni grano di polline, e consiste in un liquido viscoso nel quale nuotano infiniti granuli, di tal picciolezza, che a scorgerli è necessario un ingrandimento di trecento diametri. Questa materia sarebbe adunque, secondo alcuni, trasportata direttamente fino sugli ovoli dal tubo pollinico; secondo altri questo organo servirebbe a dirigerla verso di essi, ma vi giungerebbe mediante i meati tracellulari dello stilo. Appena gli ovoli ne risentono l'azione eccitatrice cominciano a svolgersi. Nel Regio gabinetto di Storia Naturale de' Pitti sono magnificamente rappresentati in cera i descritti cambiamenti del polline nella fecondazione della zucca, coll'ingrandimento prodotto dal microscopio dell'Amici. Nel contemplare quelle stupende preparazioni si è compresi da un senso di meraviglia e di ammirazione, e l'anima nostra condotta a meditare sulla perfezione mirabile degli organismi,

si rivolge a Dio, la cui grandezza ed infinita sapienza, tanto si fanno manifeste nelle minime parti di ogni essere creato, quanto nella immensità del firmamento.

Fruttificazione e germogliazione.

Dopo che il fiore è stato fecondato, i suoi petali avvizziscono e cadono; l'ovario invece prende maggior vigore, ingrossa e a poco a poco si trasforma in *frutto*. Ogni frutto si compone principalmente di due parti: il *pericarpio*, il quale forma l'invoglio dei semi, ed è costituito dalle pareti ingrossate dell'ovario; ed il *seme* stesso, che contiene i germi della nuova pianta. Ma è d'uopo osservare che talvolta il pericarpio per la sua sottigliezza può appena distinguersi dal seme; e ciò accade per esempio, nel grano, nella carota, nella lavanda ec.; altre volte invece è grossissimo, come nella mela e nella pesca.

La cavità del pericarpio può essere semplice o multipla, ed il frutto può essere anch'esso come l'ovario *monoloculare* o *pluriloculare*. Ogni cavità o loggia del frutto può contenere uno o più semi, può essere cioè *mono* o *plurisperma*. I semi stanno attaccati al pericarpio per mezzo di un'appendice più o meno lunga, che è detta *ombellico* o *trofosperma*, ed è per suo mezzo che ricevono il succo nutritore.

Si distinguono due sorta di frutti, cioè i *secchi* ed i *carnosi*. Tra i primi ricorderemo il grano, la ghianda, la castagna, il pisello; tra i secondi la pèsca,

la susina, il popone. I frutti secchi sono ora *deiscenti*, vale a dire che apronsi naturalmente senza lacerazione del loro pericarpio, come il fagiòlo e il papavero, ed ora sono indeiscenti, cioè non possono aprirsi se non mediante la lacerazione del loro pericarpio, come i frutti del castagno, della quercia e del nocciòlo. Le principali specie di frutti secchi deiscenti sono la *siliqua* composta di due valve allungate, i cui due margini sono guarniti di semi; la *silicula* che è una siliqua tanto larga quanto lunga, il *legume*, che non differisce dalla siliqua, se non perchè le sue valve portano i semi soltanto sopra un margine; la *cassula*, la quale comprende tutte le altre specie di frutti secchi deiscenti. Le piante crucifere, come il cavolo e la rapa, hanno per frutto una siliqua ovvero una silicula; le leguminose, come il pisello ed il fagiuolo, hanno per frutti dei legumi; il papavero porta una cassula.

Le principali specie di frutti secchi indeiscenti sono: la *cariosside*, il cui sottilissimo pericarpio è intimamente unito all'unico seme, come nel grano; l'*achena* la quale non differisce dal frutto precedente se non per avere il pericarpio staccato dal seme, come nel girasole; e la *ghianda*, che è generalmente più grossa dell'achena ed è inoltre racchiusa in totalità o in parte in un invoglio formato dal calice, o dal ricettacolo del fiore, come nella nocciòla e nella comune ghianda.

Tra i frutti carnosi distingueremo: la *drupa*, che racchiude un nòcciolo interno, come la pesca, la susi-

na, la ciliegia, l' uliva ec.; la *noce*, la quale differisce dalla specie precedente per avere la parte carnosa assai meno grossa, come appunto si osserva nella ordinaria noce; la *peponide*, che è il frutto delle zucche, dei poponi e delle piante consimili; la *bacca*, che comprende i frutti carnosi forniti di varj nocciolelli o di varj semi disseminati nella propria sostanza, come nel l'uva e nel pomodoro; il *pomo*, nel quale trovansi varj semi racchiusi entro cavità con pareti cartilaginee o membranacee, poste nel centro del frutto, come nella pera e nella mela.

Oltre a queste specie di frutti, se ne trovano anche dei *composti*, cioè formati dall'aggregazione e saldatura di vari frutti semplici. Tali sono i frutti della fragola, del lampone e della mora; il *cono* del pino, del cipresso e del ginepro, formato di frutti sessili costituiti da un pericarpio avente la forma di scaglia convessa, alla cui base v'ha un seme; ed il *sicono* del fico costituito da un ricettacolo carnoso che circonda un numero considerevole di piccolissimi frutti sul medesimo impiantati.

Tosto che il frutto è giunto alla sua maturità, se è deiscente, apresi e lascia cadere i semi che contiene; se è indeiscente si distacca dalla pianta e si dissemina insieme ai propri semi. Se è carnoso, la sua polpa infracidisce e si distrugge, mentre i semi, costituiti di materia meno corruttibile, rimangono liberi. I venti, le acque, gli animali operano lo spargimento dei semi, i quali però non germogliano se non ritro-

vano le condizioni a ciò favorevoli. Perciò un numero considerevole di essi vanno esenti dalla germogliazione, sia perchè si disseccano all'aria, sia perchè marciscono nelle acque, o sono divorati dagli animali. La natura per assicurare la conservazione delle specie vegetabili, ha loro accordato immensa quantità di semi; quantità fuori di maniera maggiore di quella degl'individui che debbono vivere. Così, per esempio, nel papavero ogni frutto contiene tal moltitudine di semi, che basterebbe a coprir di queste piante tutta la superficie della terra, se tutti si svolgessero per un seguito di poche generazioni.

Sono pure ammirabili la cura e la previdenza della natura per assicurare la conservazione dei semi. Alcuni son posti in mezzo ad una polpa abbondante e carnosa che serve ad assicurar loro il nutrimento nell'epoca del prossimo loro svolgimento; altri, come nelle leguminose, stanno entro membrane grosse e coriacee; o sono come nelle graminacee rivestiti di scaglie dure e flessibili, ed altri sono avvolti da una sostanza legnosa di sorprendente durezza, come si osserva nei frutti con nòcciolo.

Non meno previdente si mostra la natura, onde spandere in lontananza i semi, e propagare le specie vegetabili a grandi distanze. Vi sono infatti dei semi, che essendo forniti di pennacchi leggeri e setosi svolazzano nell'aria e sono trasportati dai venti; altri mercè un invoglio tenace, duro, impermeabile, ondeggiano sui fiumi, e ne discendono il corso senza su-

bire la minima alterazione, e senza perdere la facoltà di germogliare. Infine vi hanno dei semi di un tessuto assai coerente per resistere all' azione digestiva degli animali che si nutriscono dei frutti che li contengono, e che per tal modo vengono spesso depositati ad una considerevole distanza dalla pianta che li ha prodotti. Perciò per effetto di ammirabili disposizioni, l' aria, l' acqua e perfino gli animali addivengono i veicoli che favoriscono la riproduzione delle specie vegetabili alla superficie del globo.

Nel modo stesso che la fruttificazione delle piante può essere paragonata alla gestazione degli animali, la disseminazione può compararsi al loro parto o meglio alla emissione delle uova. Infatti nessuna pianta fanerogama può essere assomigliata agli animali vivipari, sivvero agli ovipari, imperciocchè l' embrione giammai si stacca dalla pianta madre senza essere involto da una membrana; e spesso circondato da una provvisione di nutrimento, analoga all' albume delle uova. Ma ecco in dettaglio il modo con cui sono costituiti i semi.

I semi sono formati di quattro parti distinte, cioè l' *arillo*, lo *spermoderma*, l' *albume* e l' *embrione;* due delle quali, lo spermoderma e l' embrione, esistono sempre; le altre talvolta mancano.

L' arillo è una dilatazione del funicolo ombellicale che si estende attorno al seme. Esiste soltanto in poche specie, ed è facile osservarlo nelle noci moscate, ove forma quell' invoglio carnoso ed irregolare, conosciuto in commercio col nome di *macis*.

Lo spermoderma è la pelle dei semi, cioè la membrana che li avvolge. La sua superficie esterna è ordinariamente coriacea, di color bruno e liscia, e ad un certo punto presenta una macchia più chiara, chiamata *ilo* o *cicatricula*, di un'estensione più o meno considerevole. Il centro di questa macchia corrisponde al punto pel quale i vasi nutritori del funicolo ombellicale, si univano all'ovolo. Nella castagna d'India, l'ilo è molto esteso e biancastro.

L'albume è un corpo intermedio che esiste frequentemente tra l'embrione e lo spermoderma. Si compone di sostanze diverse ora carnose, ora farinacee, oliose, o di materia quasi cornea. Da alcuni vien detto *perisperma*, perchè circonda l'embrione; ma la parola albume allude al suo ufficio fisiologico, analogo a quello del bianco delle uova degli animali. L'albume di varie piante, in specie delle graminacee, come il grano, l'orzo, il granturco è una fecola o farina molto nutriente; quello delle euforbiacee, come il ricino, è oleoso. Nei semi del caffè l'albume è di materia cornea, la quale torrefatta acquista un gusto ed un profumo eccellenti.

L'embrione è la giovine pianta, la quale è protetta e nutrita dalle parti di cui abbiamo discorso. Il filo sospensore che l'unisce all'ovolo sparisce prontamente, e non si scorge nei semi maturi. La *radicina*, ossia la giovine radice; la *piumetta*, ossia il tenero fusto, e i *cotiledoni*, ossia i rudimenti delle foglie, costituiscono l'embrione, il quale è adunque, per così di-

re, la miniatura della pianta sviluppata. La radicina è una piccola radice semplice, ordinariamente sottile e appuntata, di varia lunghezza, la quale tende a discendere durante la germogliazione; la piumetta è un piccolo fusto semplice, che tende invece ad elevarsi, e porta alla sua sommità una minuta gemma, la quale svolge alcune foglioline; i cotiledoni sono in principio piccole membrane o rigonfiamenti laterali dell'embrione, che non somigliano a foglie; ma nella germogliazione acquistano il color verde, che è proprio alle medesime. La loro forma è ordinariamente arrotondata, e quando sono carnosi contengono un deposito di materia nutriente destinata alla tenera pianta, ma che l'uomo fa spesso servire al proprio alimento; imperocchè se i fagiuoli, le lenti, i piselli e i semi di molte altre leguminose ci forniscono un buon cibo, si deve ciò allo sviluppo considerevole dei loro cotiledoni.

I nomi delle due grandi classi di vegetabili fanerogami sono tratti dal numero dei cotiledoni che i loro semi posseggono. Le piante *dicotiledoni* hanno due cotiledoni opposti, e qualche volta ne hanno diversi; le *monocotiledoni* ne hanno un solo. Queste due classi di piante non differiscono soltanto pel numero de' cotiledoni de' loro semi, ma per l'interna organizzazione, e per molti caratteri esterni, che dánno loro un aspetto affatto diverso. Così ognuno è colpito dalle molto apparenti differenze che passano fra i palmizi e i diversi alberi nostrali, come tra le canne, il granturco, il grano e le altre comuni nostre piante erbacee, quali sareb-

bero la patata, il fagiuolo, il pisello ec. I palmizi, le canne, il granturco, il grano sono piante monocotiledoni; le altre piante rammentate sono dicotiledoni.

Le condizioni necessarie alla germogliazione sono un certo grado di umidità e di calore. Vi sono poi certe circostanze accessorie che possono modificare questa funzione. Indubitato è il bisogno di umidità e di calore, ed ognun sa quanto un freddo intenso e prolungato, o una eccessiva siccità sieno di danno alle raccolte. Un calore troppo elevato altera i semi, ed una sovrabbondante umidità li fa marcire. La presenza dell' ossigeno è pure necessaria; ed infatti i semi non germogliano nel vuoto, nè in acqua bollita, nè in altri ambienti privi di ossigeno libero. Questo elemento agisce combinandosi al carbone del seme per formare del gas acido carbonico, ed è perciò che le buche sotterranee dove si conserva il grano, trovansi piene di questo gas, se questo seme, in conseguenza di un poco di umidità, ha cominciato a germogliare. La luce invece nuoce alla germogliazione, forse perchè questo agente si oppone alla formazione dell'acido carbonico, e facilita la sua decomposizione. Infine il suolo ora favorisce, ora nuoce alla germogliazione a seconda della sua natura. Esso deve servire di sostegno alla nuova pianta, deve ritenere una conveniente quantità di acqua per cederla lentamente al seme, e ciò assai meglio conviene a questo che di esser circondato intieramente di liquido; non deve infine presentare troppa resistenza allo svolgimento delle parti, e dev' essere

sufficentemente penetrabile all' aria. Un suolo troppo siliceo si dissecca troppo rapidamente; un terreno molto calcareo si scioglie in parte nell' acqua, e nella disseccazione forma una crosta superficiale che nuoce allo svolgimento dei semi.

Tosto che il seme si trova nelle condizioni adattate al suo svolgimento, s' imbeve di umidità, che succhia mediante la sua superficie, e gonfia a poco a poco; infine si rompe, e l' embrione ne sorte. Perciò possono nel germogliamento distinguersi due periodi; nel primo dei quali l' embrione continua a crescere nell' interno del seme; nel secondo, essendosi fatto strada attraverso gl' invogli del medesimo, ma restandovi sempre unito, si svolge al di fuori. Proseguendo il paragone tra il seme e l' uovo degli animali, si vede che il primo periodo corrisponde ai cambiamenti interni dell' uovo durante l' incubazione, cioè a dire mentre è covato; il secondo corrisponde all' aprirsi del guscio. La sostanza contenuta nei cotiledoni carnosi, come quelli dei fagiuoli, dei piselli, delle castagne ec., serve al nutrimento della tenera pianta; per l' azione dell' acqua e dell' aria cangia di natura, e l' embrione l' assorbe, e cresce a sue spese. L' albume compie lo stesso ufficio, e a poco a poco sparisce, mentre l' embrione ingrossa fino ad occupare tutto l' interno del seme. A questo punto l' embrione non può più oltre distendersi senza rompere i tegumenti, i quali rammolliti dall' umido, oppongono allora una debole resistenza. La radicina è quasi sempre la pri-

ma a scaturire fuori ; poscia la piumetta, e dalla piccola sua gemma terminale svolgonsi alcune tenere foglie, che diconsi *seminali*. I cotiledoni sono gli ultimi ad uscire dal seme, anzi talvolta non svolgonsi, e si distruggono ; talora si espandono sotto la forma di foglie. Qualunque sia la posizione del seme nel suolo, la radicina si dirige verso il centro della terra, mentre il tenero caule si dirige verticalmente in alto, cercando la luce.

Eccitabilità del tessuto vegetabile. Movimenti delle piante.

I mirabili fenomeni che ci hanno offerto gli animali e le piante, ci sono apparsi solo in minima parte dipendenti dalle ordinarie forze fisiche : una forza incognita e potente ci si è mostrata a presiederli : e noi l' abbiamo chiamata *forza vitale*. Lo svolgimento e l' accrescimento degli organi, la riproduzione delle specie, e i movimenti ci hanno manifestato la vita. Possiamo dire che negli animali il fenomeno vitale si manifesti per tre diverse facoltà : cioè a dire l' *eccitabilità* generale del tessuto fondamentale che li costituisce, e in grazia della quale il medesimo si sviluppa, resiste agli elementi ed anco li modifica ; l' *irritabilità* che è propria delle fibre muscolari, e per cui desse contraggonsi all' azione di qualche agente ; e la *sensibilità*, o la facoltà di percepire le sensazioni, e di trasmettere gl' impulsi della volontà ; la quale esercitasi mediante la polpa nervosa. Nelle piante abbiamo

visto mancare e sistema muscolare e sistema nervoso; perciò le abbiamo trovate sprovviste d'irritabilità e di sensibilità. In esse la vita ci si è manifestata in grazia della sola eccitabilità del loro tessuto.

Alcuni filosofi hanno creduto che le piante dovessero essere dotate di sensibilità, e perciò dovessero avere la coscienza della loro esistenza, e forse anche provare delle sensazioni. Altri invece riflettendo alla mancanza degli organi di movimento nei vegetabili hanno pensato che sarebbe contrario all'ordine universale ed agli attributi della divinità, che degli esseri fossero dotati della proprietà di sentire il male, senza possedere anco la facoltà di poterlo evitare; e di desiderare il bene senza poterlo conseguire. Se da queste astratte considerazioni scendiamo a degli argomenti più diretti, fondati sull'analogia, non potremo negare che la facoltà locomotiva non sia il corredo necessario della sensibilità. Vediamo infatti che negli animali, quanto più squisita è la sensibilità, tanto migliori sono i mezzi di cui li ha dotati la natura per fuggire il male e andare in traccia di ciò che lor piace. I vegetabili essendo assai più strettamente uniti al suolo dei polipi e di certi molluschi, dovranno anche meno di essi godere della sensibilità, e probabilmente ne saranno affatto privi. Altronde la sensibilità degli animali si annúncia con degli atti, quali sono i movimenti o le grida, e le piante non ne dánno il minimo indizio. Il fatto più importante che stia ad appoggiare l'idea che le piante sieno dotate della facoltà di sentire, si è che

le sostanze venefiche che agiscono sul sistema nervoso degli animali, come l' oppio, l' alcole ed altre, spiegano pure un' azione dannosa sull' economia vegetabile; e possono perfino uccidere le piante. Ma l' azione di queste sostanze micidiali è differente nei due regni, quantunque produca in ambedue lo stesso resultato, cioè a dire la morte. Nelle piante altera il tessuto organico; mentre negli animali conturba il sistema nervoso; sebbene debba supporsi che anche in questi ultimi l' organismo tutto risenta alcuna debole e non bene apprezzabile alterazione. È dunque irragionevole l' ammettere che i vegetabili sieno dotati di sensibilità.

Si è loro attribuito anco l' irritabilità, e sotto questo rapporto, si hanno almeno dei fenomeni evidenti e simili a quelli che nel regno animale si riferiscono a questa proprietà delle fibre muscolari. Se con un ago si punge la base interna di uno stame di *berberis*, il medesimo si piega rapidamente sul pistillo: un movimento analogo si osserva quando s' irritano le antere delle centauree e di alcune carduacee. A tutti sono noti i movimenti delle foglie della *sensitiva*. Non appena si urta questa pianta, le sue fogliòline ripiegansi verso il picciòlo, e se tale irritazione è assai prolungata ed intensa, gli stessi picciòli inchinansi sul fusto. Se si pone una pianta di sensitiva entro una vettura, appena questa comincia a muoversi, le sue foglie si serrano a motivo delle scosse; poscia riapronsi, come se la pianta si fosse abituata a quel nuovo stato; ma ricominciando

la vettura a muoversi dopo alquanto riposo, di bel nuovo si chiudono. Gli acidi, i vapori acri e venefici, producono su di essa lo stesso effetto degli urti. Più singolare della sensitiva è la *dionea*, detta volgarmente *chiappa-mosche*, le cui foglie hanno in mezzo al lembo dei rigidi peli, toccando appena i quali, la foglia si ripiega sulla sua nervatura centrale, stringendo e intricando fra i suoi margini il corpo che la eccitò, il quale più di sovente è un insetto.

Anche l'azione della luce è capace di eccitare dei particolari movimenti in alcune piante. I peduncoli dei fiori del girasole di continuo s'incurvano sul proprio asse a fine di presentare i proprj fiori alla faccia del sole; i fiori di molte piante, si chiudono la sera per riaprirsi l'indomani al sorgere del dì; alcune foglie prendono, durante la notte, una posizione diversa da quella del giorno, come ce ne offre esempio l'*impatiens noli tangere*, in cui le foglie si abbattono sui fiori situati al disotto, e li ricuoprono; i quali fenomeni tutti hanno fatto credere al *sonno delle piante*, quantunque ben lieve sia l'analogia fra lo stato delle piante nella notte e quello degli animali nel sonno.

Ma i singolari esempj da noi citati non sono che delle eccezioni nel regno vegetabile, e le piante che le presentano non hanno più delle altre analogia di organizzazione cogli animali, nè può in esse riscontrarsi alcuno speciale organo che possa paragonarsi al sistema muscolare. È adunque probabile che tutti questi fenomeni sieno della stessa natura di quelli non

meno rimarchevoli in vero, ma più generali, della vita delle piante, e che attribuisconsi all'eccitabilità del tessuto vegetabile. L'ascensione della linfa, il pianto degli alberi nella primavera, la germogliazione di un seme per molti anni conservato inerte, e che appena posto sotterra sorte come da un lungo letargo e diviene un nuovo essere; le secrezioni, gli effetti della luce e dell'aria sulle piante, sono tutti fenomeni dovuti alla potenza vitale, analoghi a quelli che ci offrono gli organi degli animali, indipendentemente dai muscoli e dai nervi. Si debbono adunque attribuire alla eccitabilità vitàle del tessuto organico.

Durata della vita delle piante.

Le piante differiscono dagli animali non solo per la privazione delle facoltà che abbiamo accennato esser proprie soltanto di questi ultimi esseri, e pel modo alquanto diverso col quale in esse compionsi le funzioni della vita vegetativa, ma ben anco per la maniera con cui cessano di vivere. Mentre negli animali la durata della vita è determinata, e la morte è una conseguenza del consumo degli organi, nei vegetabili la vita non ha un termine prefisso, e la loro morte dipende da un accidente più o meno ordinario che viene a troncare il regolare andamento delle loro funzioni vitali. Le piante vivaci, quelle cioè che fruttificano ogni anno, durano indefinitamente, poichè ogni anno possono produrre delle nuove radici, delle nuove foglie, delle nuove fibre ec. Sotto questo aspetto possono

rassomigliarsi ai polipi, i quali moltiplicandosi per gemme, finiscono per divenire degl' immensi banchi di un accrescimento indefinito, nei quali non è possibile distinguere individuo da individuo, sivvero le nuove parti dalle antiche, le ultime delle quali si vanno anche a poco a poco distruggendo. Perciò il momento della morte di una pianta vivace non giunge necessariamente a una data epoca, ma è un avvenimento estraneo all' organizzazione del vegetabile, e che può sopraggiungere quando che sia ad epoche irregolari ed impreviste. Il vento rompendo i rami ed il tronco di un albero, vi può cagionare delle fessiture profonde nelle quali penetrando la pioggia, la carie del tronco ne può resultare; il gelo, la siccità, l' eccessiva umidità, il difetto di solidità nel terreno, gli urti, il morso degli animali, la mano dell' uomo sono le cause abituali della morte delle piante perenni. Fra queste cause, ve ne ha alcune, come sarebbe per esempio, il gelo, che tornando periodicamente, limita la durata di una specie in un dato clima, mentre in un altro diverso, la vita di questa pianta è indefinita. Gli agricoltori hanno l' abitudine di dire, che ogni albero cessa d' ingrossare ad una certa età; ma ciò è un errore, imperocchè ogni albero, quantunque molto vecchio, produce uno strato annuo di fibre ed ingrossa per conseguenza; ma questo strato è tanto più sottile quanto più vecchio è il piede. Si dice pure comunemente che gli alberi da frutto hanno un termine, e ciò significa che ad una certa età dánno pochissimi frutti, e sono facilmente

troncati dal vento, talchè non conviene più conservarli. Può anche accadere, che certe piante coltivate muoiano ad una età determinata; ma ciò è un effetto della coltivazione stessa, la quale le costituisce in uno stato diverso da quello di natura.

La morte delle piante che fruttificano una sola volta, quali sono le erbacee, proviene invero da una causa più regolare. In esse la produzione dei semi attira una quantità eccessiva di linfa verso la sommità del fusto, impedisce alle gemme di svolgersi, e fa perire le radici. Senza la fruttificazione queste piante vivrebbero indefinitamente; e ciò infatti si osserva nel grano, cui la neve ha impedito di portare i frutti, e nelle agave, le quali vivono talvolta trenta o quarant'anni senza fiorire, e muojono dopo la prima fioritura. Si può dire che queste piante periscono nel procreare.

L'età degli alberi dicotiledoni può facilmente valutarsi contando gli strati del tronco, quando si tagliano trasversalmente; e ciò perchè nei medesimi si forma ogni anno un nuovo strato legnoso che rimane distinto dal precedente. Non volendo tagliar l'albero, il solo mezzo conveniente per riconoscerne l'età, è quello di misurare la circonferenza del suo tronco là dove questo è cilindrico, e paragonarne la grossezza con quella degli alberi della stessa specie di cui sia noto l'accrescimento. Se sono cresciuti nello stesso terreno, il paragone è esatto. Applicando le indicate leggi ad alcuni casi particolari, si resta meravigliati dell'età straordinariamente avanzata alla quale son

giunti alcuni alberi. Si citano in proposito numerosi esempi, molti dei quali sono autenticati da istorici documenti. La longevità degli alberi proviene ordinariamente dalla durezza del loro legno, e di ciò offronci mirabili esempj l' olivo, l' arancio, il tasso e vari altri. Adanson narra di avere osservato alle isole del Capo Verde un baobab (*adansonia digitata*), sul quale de' viaggiatori inglesi aveano trecento anni prima inciso delle lettere. Tagliandone il tronco, egli ritrovò quelle iscrizioni al di sotto di trecento strati legnosi ben distinti, e avendo misurato l'intiero tronco potè dedurne la totale età dell'albero, che fu da lui calcolata prossima a seimila anni. Nel Messico e negli Stati-Uniti alcune specie di cipressi, grazie alla somma consistenza del loro tessuto legnoso, sono giunti ad una età emula di quella dell'indicato baobab. Presso Oaxaca v'ha uno di questi cipressi, che gl' indigeni hanno in venerazione, il cui tronco ha cinque piedi e mezzo di diametro e cento di altezza, e di cui si narra, che all' ombra dei suoi rami, un dì Ferdinando Cortez riposasse la sua piccola armata conquistatrice. V' ha chi gli attribuisce seimila anni di vita. Le vergini foreste di America son ricche di simili giganteschi e vecchi alberi, degni di esser contemplati con istupore, imperocchè sieno monumenti viventi assai più antichi delle piramidi di Egitto, o di qualsiasi altra più remota opera della mano dell' uomo.

—

REGNO MINERALE.

Distinguonsi col nome di *minerali* quegli esseri terrestri che son privi di organi o di qualsiasi traccia di quell' interna attività che dicesi vita. Essi sono abbondantissimi; spesso costituiscono masse immense, e col loro insieme formano l' intiera mole del globo, di cui noi conosciamo soltanto la corteccia, vale a dire il suolo fino ad una certa profondità, i monti, i mari, i laghi, i fiumi, e l' atmosfera. Un' infinita distanza separa questi esseri da quelli organizzati e viventi. Sprovvisti di qualunque forza per resistere ai fisici agenti, non possono in alcun modo sottrarsi alla loro influenza; così per esempio, il calore li penetra e si accumula nel loro interno in quantità indefinita, mentre gli animali, ed anco le piante, in virtù della stessa loro organizzazione, ne respingono l' eccesso, o trovano un compenso alla sua deficienza mantenendosi ad una temperatura presso a poco costante, tanto in mezzo ai ghiacci delle regioni polari quanto sotto il cielo ardente della zona torrida. Questa facoltà è dovuta alla forza organica, la quale si fa tanto più energica quanto maggiormente si trova compromessa l'esistenza dei corpi viventi. Così quando il nostro corpo è esposto ad un intenso freddo, la circolazione si accelera, i palpiti del cuore aumentano di forza e di frequenza, la respirazione addiviene più rapida, e per la maggiore attività di queste funzioni una maggiore

quantità di calore animale si svolge. Nel caso opposto quando il calore è troppo intenso, la copiosa traspirazione del corpo impedisce la sua accumulazione nei nostri organi, e mantiene l' equilibrio di temperatura necessario all' esercizio delle funzioni vitali. Vero è nondimeno che siffatta resistenza dell' organismo ai fisici agenti ha un limite. Così nessun essere organizzato potrà, per esempio, resistere agli effetti del fuoco, e tutti soggiaceranno alla sua potente azione nella stessa guisa dei corpi bruti; ma allora l' organismo stesso soccombe, e la vita si estingue sotto la preponderanza di una forza maggiore.

I minerali esistono fino dall' istante che uscirono dalle mani dell' eterno Fattore; ma debbono ora presentare caratteri molto diversi da quelli di cui erano dotati in origine, avvegnachè si trovavano allora in condizioni molto diverse dalle attuali, ed hanno poscia dovuto subire infinite alterazioni in conseguenza delle replicate rivoluzioni cui andò successivamente soggetto il nostro globo. Certo però è che gli elementi che li costituiscono adesso, sono quegli stessi che li formavano in origine, quantunque differentemente riuniti, imperciocchè in natura non v' ha cosa che si distrugga, sebbene possa subire continue metamorfosi.

La materia tutta può dirsi di natura inorganica, quella non esclusa che forma gli organi degli esseri viventi, conciossiachè in origine tale era essa pure; ed infatti ci è noto quale si è il processo generale della funzione di nutrizione negli esseri viventi: gli

animali carnivori si cibano delle carni degli erbivori; questi si nutrono di piante, e le piante si alimentano d'acqua e di aria. La forza misteriosa ed ammirabile della vita riunisce questi elementi di natura inorganica, e variamente li combina per formare i materiali coi quali si costituisce e si accresce l'organismo; ma non appena essa vien meno, di nuovo si separano e tornano a far parte della natura inorganica. Vediamo infatti che un cadavere abbandonato a sè si risolve in liquidi ed in fluidi aeriformi, parte dei quali passano nel suolo e parte si diffondono nell'atmosfera. Adunque a ragione sogliamo chiamare la terra nostra madre antica.

Alcuni minerali si vanno formando anche oggidì; ma la loro formazione è la conseguenza della decomposizione di altri già esistenti; altri vanno di continuo aumentando di massa per la sovrapposizione di materia simile a quella che li costituisce, che vien loro portata dalle acque o da alcun'altra di quelle cause di movimento che dominano alla superficie della terra.

Nei minerali non si distinguono parti differenti le une dalle altre come negli animali e nelle piante; tutte sono simili alla massa che costituiscono. Così non troveremo differenza alcuna tra un frammento di marmo e l'intiero blocco da cui l'avremo distaccato, mentre nelle piante una foglia o un fiore non ci rappresentano in piccolo l'intero vegetabile, siccome un membro qualunque di un animale non ci rappre-

senta la totalità del suo corpo. Vedesi adunque che mentre negli esseri organizzati vi sono degl'*individui*, vale a dire degli assiemi composti di parti differenti, i quali non possono esser divisi senza distruggersi; nei minerali invece non vi sono individui, ma solo delle masse più o meno grosse, le quali possono dividersi quasi all'infinito in piccole parti aventi ciascuna le stesse proprietà della massa da cui furono separate. Esistono invero dei minerali che sembrano formati di parti differenti, come sarebbero il granito, il porfido, e molti altri; ma tali parti sono altrettanti minerali diversi insieme aggregati.

I minerali infine posseggono una proprietà singolare che serve grandemente a distinguerli, quella cioè di assumere determinate forme poliedriche. Così troviamo in natura il diamante in piccoli solidi limitati da otto facce triangolari (vedi *Fig.* 8ª) o da dodici facce rombe (*Fig.* 9ª); il quarzo in prismi esagoni terminati da due piramidi esagone (*Fig.* 10ª), la calce carbonata in romboedri (*Fig.* 11ª).

Fig. VIII. Fig. IX. Fig. X. Fig. XI.

Questi solidi diconsi *cristalli*, e quando il minerale trovasi così conformato si dice che è *cristallizzato*. I cristalli dei minerali sono talvolta di una regolarità, di una levigatezza di facce, e di una finezza di spigoli e di angoli veramente sorprendenti, sicchè chi per la prima volta li osserva in un gabinetto, ricusa di credere che sieno prodotti della natura, e li reputa piuttosto opera dell' arte. Talora sono incolori, limpidi e trasparenti al pari dell' acqua, come appunto ce ne offrono esempio il diamante ed il quarzo; talora coloriti da tinte più o meno splendenti come il rubino, lo smeraldo, le tormaline ec.

Non sempre i minerali sono cristallizzati; anzi la maggior parte si presentano in masse informi; ma di ordinario si scorge anche in esse la tendenza alla cristallizzazione, imperciocchè le particelle costituenti quelle masse hanno qualche cosa di cristallino, e si presentano formate di piccoli grani faccettati o di laminette splendenti, come può osservarsi nel marmo, nelle arenarie ec.

Alcune sostanze minerali trovansi in natura allo stato liquido; tali sono per esempio l'acqua e il mercurio; ma questo loro stato è solo relativo alla temperatura cui trovansi esposte. Così mentre nei nostri climi l'acqua si trova più di ordinario allo stato liquido, nelle regioni polari e sulla cima delle alte montagne esiste perpetuamente allo stato solido. In questo stato, l' acqua presenta come gli altri minerali la proprietà di cristallizzare; e di fatto osservando con una

lente i fiocchi della neve, veggonsi costituiti di tanti piccoli prismi variamente aggruppati fra loro; e non di rado occorre osservare l'acqua così cristallizzata, ma in cristalli assai più grossi, alla superficie dei laghi o dei fossi pantanosi.

Altre sostanze minerali trovansi invece ognora allo stato di fluido aeriforme, e sono tali per esempio l'ossigeno, l'azoto e l'acido carbonico, i quali costituiscono l'aria in mezzo a cui viviamo. Questi corpi esistono alla superficie della terra, costantemente allo stato aereo, perchè non v'ha punto del globo in cui la temperatura sia così bassa da liquefarli; ma con freddi artificiali molto intensi si è riusciti a liquefare e perfino a render solido l'acido carbonico, mentre gli altri due fluidi hanno fin qui resistito a qualunque tentativo operato per così trasformarli. Possiamo per altro immaginare un freddo tanto intenso da ridur liquidi, od anche da rappigliare in massa solida l'ossigeno e l'azoto dell'aria; e se supponessimo l'intero nostro globo esposto a quella temperatura, l'atmosfera intera sparirebbe e non più esisterebbero i mari, i laghi od i fiumi, o almeno non sarebbero essi più costituiti dalle acque, ma invece da ossigeno, da azoto o da acido carbonico liquefatti.

Le sostanze minerali le più superficiali, sono costituite più di frequente da pietre calcaree, quali sono i travertini, gli alberesi, i marmi, i gessi, gli alabastri, ec. ec., da argille e da arenarie, come il macigno e la pietra serena. Queste materie, le quali formano

immense masse e perfino intere catene di montagne, sono preziose all' uomo, che le adopera come materiali da costruzione, sia allo stato naturale, sia ottenendone i mattoni, i cementi, ec. Sono pure superficiali i prodotti delle eruzioni vulcaniche, come le trachiti, i basalti, le ossidiane, le pomici, le lave, ec., quantunque queste materie sieno scaturite dalle maggiori profondità della terra.

Più di ordinario sottoposte agli strati de' minerali che abbiamo accennato, trovansi quelle pietre silicee, conosciute coi nomi di graniti e di porfidi, rimarchevoli per la durezza, la solidità, la finezza della grana, e i bei colori che presentano; qualità che le fanno ricercare per la costruzione di colonne, stipiti, piedistalli, ed altri simili ornamenti pei grandiosi edificj.

I metalli trovansi per la maggior parte nascosti nel seno della terra dove formano delle vene, distinte col nome di *filoni*, le quali si estendono e si ramificano attraverso alcune delle grandi masse minerali che abbiamo di sopra accennate. Non trovansi quasi mai puri, ma ordinariamente combinati all' ossigeno ed allo zolfo, dai quali principj sa l' uomo separarli coi processi della metallurgia. Pochi metalli, e sono i più preziosi, vale a dire l' oro ed il platino, trovansi puri alla superficie di alcuni terreni, ove riscontransi in piccoli grani o in pagliette, che le acque mescolano alla sabbia e trasportano nel letto dei fiumi.

Trovansi anche sepolti nelle viscere della terra

alcuni minerali i quali mostrano con evidenza di essere avanzi di vegetabili che hanno vissuto in tempi da noi molto lontani. Tali sono i carboni fossili e le ligniti, i quali provengono da ammassi di piante, che per una lenta decomposizione hanno lasciato un residuo carbonoso molto analogo al carbone che ci somministrano le legna per mezzo di un' imperfetta combustione. Veggonsi infatti su questi residui tracce distintissime di foglie, di fiori e di frutti, talchè si è giunti perfino a riconoscere a quali famiglie di vegetabili appartenevano le piante che li somministrarono. I frequenti cataclismi cui andò soggetta la superficie del nostro globo seppellirono questi residui e li nascosero nella profondità del suolo, donde l' uomo avidamente li estrae per servirsene ad alimentare le proprie industrie.

—

STRUTTURA GENERALE DEL GLOBO TERRESTRE.

Ora che conosciamo i caratteri più importanti che distinguono i minerali, passiamo ad esaminare il modo con cui le loro grandi masse sono disposte nel costituire la corteccia della terra. In ciò fare esporremo i principj di quella moderna ed utile scienza che vien chiamata *Geologia*. In primo luogo prenderemo a considerare la forma e la struttura generale del globo terrestre.

La terra considerata nel suo insieme ed esterna-

mente soltanto, si presenta come una sfera perfettamente isolata nello spazio. Le montagne che esistono alla sua superficie sono così piccole rispetto al suo diametro, che perfino le più alte non alterano in maggior grado la sua rotondità di quello che facciano su di un'arancia le rugosità della sua scorza.

La forma della terra non è perfettamente sferica, imperocchè è alquanto schiacciata ai poli; e ciò ha fatto supporre che in origine essa fosse costituita di materia fluida; conciossiachè si osserva che qualunque globo di materia fluida, che gira rapidamente intorno ad un asse, in virtù della forza centrifuga che svolgesi nella sua rotazione, diminuisce di diametro nel senso dell'asse, ed aumenta invece nella direzione opposta, vale a dire in quella perpendicolare al medesimo. I fisici hanno potuto determinare la densità media della terra, e son giunti al seguente resultato; vale a dire che il globo terrestre è circa cinque volte e mezzo più pesante di un volume eguale di acqua; dal che ne hanno anche dedotto approssimativamente il peso, che è di 6,259,534 miliardi di miliardi di chilogrammi. Tali resultati mostrano che la densità media del globo è maggiore di quella delle materie che ne compongono principalmente la corteccia, imperocchè il calcare, il quarzo, il feldispato, che ne sono i precipui elementi, non pesano più di due volte e mezzo un volume eguale di acqua; conviene adunque che le parti centrali del globo sieno formate di sostanze molto più pesanti di quelle della superficie,

onde giungere alla media che abbiamo indicata. Da ciò si è indotto, che il globo sia formato di strati concentrici di differenti sostanze, le cui densità vadano aumentando colla profondità; e questa disposizione convaliderebbe pure l'ipotesi della primitiva fluidità della materia del globo, la quale avrebbe permesso alle sue diverse parti di disporsi nell'ordine delle loro respettive densità. Ma v'ha inoltre un fatto di una grande importanza, il quale dà il maggior valore alla esposta ipotesi, ed è quello del calor centrale della terra. Infatti l'osservazione dimostra che a misura che c'interniamo nelle viscere del suolo, discendendo entro un profondo pozzo, o in una miniera, la temperatura va successivamente crescendo, in guisa che il termometro segna un grado di aumento per ogni 33 metri di profondità. Da ciò resulta che a circa tremila metri di profondità, la temperatura deve ascendere a 100 gradi, che è quella dell'acqua bollente; ed ammettendo che l'accrescimento del calore continui regolarmente colla stessa legge, a 20 chilometri si avrebbero 666 gradi di caldo; ed a questa temperatura un gran numero di corpi, ed anco molti metalli, sono in stato di fusione. Così continuando, a 6366 chilometri, vale a dire in prossimità del centro della terra, si avrebbe la temperatura di dugentomila gradi, della quale non ci possiamo fare alcuna idea; ma non è probabile che il calore si accresca così uniformemente, e deve invece con più ragione supporsi che avvenga bentosto un generale equilibrio, in guisa che

alla profondità di 150 a 200 chilometri si stabilisca una temperatura uniforme di 3000 a 4000 gradi, alla quale non v' ha alcuno dei corpi da noi conosciuti che non sia allo stato di fusione. Adunque la terra non solo sarebbe stata fluida ad una certa epoca, come ce lo fa supporre la sua forma; ma sarebbe ancora in gran parte in tale stato, e la sua superficie soltanto sarebbesi consolidata, perdendo nello spazio il suo primitivo calore per una grossezza di 20 a 40 chilometri.[1] La grossezza dello strato solido del globo è piccolissima rispetto al raggio terrestre, che è più di 6000 chilometri. Sopra un globo di un metro di raggio sarebbe da tre a sei millimetri, il che non giunge alla grossezza di un foglio di carta sui nostri globi ordinarj; e se tale invoglio ripieno di un liquido cinque o sei volte più denso dell' acqua non offrisse maggior tenacità delle materie che compongono la scorza terrestre, potrebbe con molta difficoltà sopportare senza lacerarsi, i più piccoli movimenti della interna massa liquida. Lo stesso accade al globo terrestre: la debolezza relativa della sua scorza non può sempre sopportare i cambiamenti di forma e di volume, di cui una tal massa incandescente dev' essere suscettibile, specialmente quando la temperatura centrale è capace di tutto ridurre in vapore alla minima causa che stabilisca una comunicazione fra l' interno del globo e la no-

[1] Le eruzioni dei vulcani ci somministrano la riprova più palpabile di tal fatto; e i cratèri di queste montagne possono riguardarsi siccome gli sfiatatoi dell' interno laboratorio del globo.

stra atmosfera, dotata di una così debole pressione relativa. Ci deve anzi recar meraviglia, che malgrado la grande disproporzione fra la grossezza della crosta e il diametro della materia fusa del globo, non avvengano alla sua superficie maggiori catastrofi di quelle a cui di tanto in tanto va soggetta.

La corteccia del globo dividesi naturalmente in tre masse distinte, l'una solida che costituisce la terra propriamente detta; l'altra liquida, formata dall'acqua, la quale occupa tre quarti della intiera superficie terrestre; e la terza aeriforme o gassosa, la quale ricuopre le due precedenti, ed è l'atmosfera.

Noi studieremo successivamente la natura, la disposizione, e i cambiamenti di queste tre grandi masse, cominciando dalla più superficiale, vale a dire dall'atmosfera.

Dell' atmosfera, delle acque e delle terre del globo terrestre.

L'atmosfera è lo strato di aria che circonda da ogni lato il globo terrestre, inalzandosi ad un'altezza, che secondo il calcolo dei fisici giunge a diciotto o a venti leghe. La sua importanza è considerevole, imperocchè essendo essa l'agente della respirazione animale e vegetabile, senza di essa non vi sarebbe vita e organizzazione alla superficie della terra. Inoltre l'atmosfera è un serbatoio pel vapore acquoso che il calore solare solleva ogni giorno dalla superficie dei mari o della terra, e che dopo esser rimasto qualche

tempo sospeso ricade sotto la forma di acqua o di gelo. In questa specie di distillazione l'acqua si libera dalle impurità che la imbrattavano mentre era a contatto del suolo o formava gli oceani, e divien così atta a servire di bevanda agli animali. L'atmosfera serve anche a moderare l'azione calorifica dei raggi solari, a motivo della proprietà che possiede di assorbire in parte il calore, ed in grazia anche dei movimenti che vi si stabiliscono quando si riscalda. Perciò il suolo, in grazia di essa, durante l'estate, diviene meno ardente nel giorno, e meno si raffredda nella notte. L'atmosfera è la sede di tutti quei fenomeni, spesso grandiosi e terribili, che appellansi *meteore*. I venti, gli uragani, il tuono, il fulmine, le trombe, produconsi tutti nel suo seno, e quantunque di sovente ci atteriscano pei danni parziali che recano, sono non di meno anch' essi mirabili istrumenti delle eterne leggi che regolano l'economia del creato.

L'acqua è pure sparsa con profusione in natura; ma poichè il bisogno di essa non è continuo per gli esseri viventi, così non ovunque riscontrasi come l'aria. Essa ricuopre soltanto i tre quarti della superficie del globo, e costituisce i mari, i laghi, le correnti e le ghiacciaie. I mari comunicano tutti fra loro, circondando da ogni lato i continenti, e formano, propriamente parlando, un solo vastissimo oceano. Il mar Caspio ed il mar Morto, piuttosto che mari sono vastissimi laghi, poichè quantunque le loro acque sieno salse, non hanno alcuna visibile comunicazione

col vero mare. Immensa è la massa delle acque marine, e dalle osservazioni di tutti i navigatori, si è calcolato che la profondità media del mare è di circa mille metri.

Il livello del mare va talora soggetto a delle variazioni rispetto alle sue rive; così certi paesi che un tempo erano sulla spiaggia, ne sono ora a considerevole distanza, mentre certe località che erano in passato lungi dall' oceano, ne sono oggidì sommerse; e di ciò ne offrono rimarchevole esempio i resti dell' antico tempio di Serapide presso Pozzuoli, le cui colonne sono ora in gran parte sommerse dal mare, mentre tale edifizio fu costruito assai lungi dalla riva. Adunque il mare, talora abbandona certe spiagge che ricuopriva, e si avanza su di altre per sommergerle. La causa di questi spostamenti consiste sia nei depositi che il mare rigetta su certe rive dopo averli tolti da altre, sia nei sollevamenti cui va talora soggetta la terra in certe località per effetto di una interna forza espansiva, e negli abbassamenti che subisce in altre.

I fenomeni più rimarchevoli che presenta il mare sono, le *maree*, prodotte dall'attrazione della luna sulla massa delle sue acque, e le *correnti*, ossia quei movimenti regolari che avvengono di continuo in certe sue parti, il più rimarchevole dei quali si è la *corrente equatoriale*, che è simile ad un vasto fiume che traversi il mare da oriente a occidente. Talvolta il mare presenta delle correnti irregolari producenti dei vortici d' acqua sommamente pericolosi per l' attrazione che esercitano

sulle navi che vi passano da presso; tali sono, per esempio, il celebre *malstroem* che incontrasi nel mare che bagna le coste della Svezia, e quello, pure famoso, di Cariddi, presso lo stretto di Messina.

Se gettiamo uno sguardo sulle rive del mare, ciò che più ci sorprende è quella serie di accidentalità del terreno che distinguiamo coi nomi di capi, promontorj, punte, baje, golfi ec.; le quali sono dovute a vere montagne, separate da vallate, che invece di arrestarsi bruscamente al livello delle acque, sprofondano al di sotto di esso, in guisa che il letto del mare invece di essere una superficie unita, presenta come la terra, e monti, e valli e pianure. Spesso una catena di monti, che distaccandosi dal continente s'immerge nei flutti, dopo aver traversato l'oceano, torna ad emergere su rive più o meno lontane.

Oltre le acque dell'oceano trovansi alla superficie del globo altre acque stagnanti, e son quelle dei laghi e dei paduli, le quali son dolci a differenza delle marine. Son pure dolci le acque correnti, poichè prodotte dalle piogge. Quando esse scorrono abbondanti, rapide e impetuose formano i *torrenti*, la cui durata è passeggiera; se invece percorrono sempre il medesimo alveo, con velocità e copia di acque non molto variabili, allora costituiscono i fiumi. L'acqua che cade dall'atmosfera penetra in parte nel seno della terra, s'infiltra nelle sue porosità, e dopo un corso più o meno lungo va a perdersi nel mare, o ricompare alla superficie della terra formando le *sorgenti*. Ordinaria-

mente l'acqua delle sorgenti zampilla lenta e continua; ma talvolta esce invece impetuosa e s'inalza anche verticalmente ad una grande altezza al di sopra del suolo. Le acque di alcune sorgenti sono calde, o come dicesi *termali*, e l'alta temperatura di cui sono dotate proviene dalla grande profondità da cui scaturiscono; altre invece di essere pure contengono in abbondanza o sali o gassi che hanno disciolto nel loro sotterraneo tragitto, ed allora sono dotate di sapore, di odore e di altre proprietà singolari. Queste acque diconsi *minerali*. Ma non tutte le acque che infiltransi nel seno della terra ritornano alla superficie per formarvi delle sorgenti: talvolta incontrano degli strati impermeabili che loro impediscono di proseguire il corso; allora accumulansi formando dei grandi serbatoj, nei quali rimangono fino a che una qualche circostanza non sopraggiunga ad aprir loro un adito. Questi serbatoj possono anche considerevolmente estendersi al di sotto del suolo seguendo uno strato di terreno facilmente permeabile alle acque situato fra degli strati impermeabili. Se in tali circostanze si pratica un foro nel terreno fino all'incontro dell'acqua, questa tosto vi si solleva formando un pozzo ordinario; e se il serbatojo principale da cui l'acqua discende è molto elevato al di sopra del suolo, essendo per esempio situato nell'interno di una montagna; allora l'acqua uscirà con forza dal foro medesimo, producendo un getto più o meno alto, che vien distinto coi nomi di *fontana zampillante* o *di pozzo artesiano*.

L'acqua esiste alla superficie del globo anche allo stato solido, ed allora forma gl'immensi ammassi di ghiaccio delle regioni polari e le nevi perpetue che ricuoprono la cima delle più alte montagne. L'accumulazione dei ghiacci è più considerevole al polo boreale che all'australe, e sembra anzi che presso quest'ultima regione, al di là della latitudine delle Nuove Orcadi e delle Nuove Shetland, ove esiste una grande barriera di ghiaccio, il mare sia libero e si estenda fino al polo. Il maggior raffreddamento cui va soggetto il polo boreale pare dovuto alla prossimità dei continenti ed alla esistenza di estesi altifondi, in virtù dei quali l'irraggiamento del calor terrestre durante il soggiorno del sole al disotto dell'equatore è assai più considerevole. Allora il mare gela per immense estensioni e per una grande profondità, se non che al ritorno della bella stagione i ghiacci si rompono formando delle isole, che hanno talora una superficie di molte leghe quadrate ed una grossezza di venti e più braccia, le quali galleggiano sull'acqua trascinate dalle correnti o spinte dai venti. Queste masse enormi spesso incontrandosi si spezzano, e i frammenti accumulati formano dei monti di ghiaccio che non di rado s'innalzano fino a 500 piedi al di sopra della superficie del mare.

Le *nevi perpetue* esistono costantemente sulla cima delle più alte montagne del globo, ma a differenti altezze a seconda della latitudine, e sono prodotte dall'intenso freddo che regna di continuo in quelle elevate regioni. Le *ghiacciaje* che incontransi sulle

grandi montagne al di sotto del livello delle nevi perpetue, provengono dalle nevi cadute nell' inverno e radunatesi in grandi masse, sia sul loro declive, sia nelle elevate loro vallate, ingrossate anche dalle avalanghe distaccatesi dalle più eccelse cime. Queste masse consolidansi mercè l' infiltrazione giornaliera delle acque provenienti dalla fusione di alcune delle loro parti, e discendono lentamente sul pendio delle montagne giungendo perfino alla distanza di soli mille metri dal livello del mare. La loro mole è variabilissima, ed ora aumenta, ora diminuisce a seconda del grado di calore e della durata della estate; talvolta diminuisce per varj anni di seguito, per quindi aumentare del pari per una serie di anni. Queste ghiacciaje offrono uno dei più maestosi spettacoli di natura: la neve accumulata e congelata vi forma sovente delle ondulazioni profonde, delle creste variamente traforate dall' incominciata fusione, ed innumerevoli ed acute piramidi di ogni dimensione ed altezza; ed alcuni le hanno paragonate ad un mare agitato dalla più fiera tempesta, che ad un tratto si sia congelato.

E non invano natura provvide alla formazione di questi ammassi di acqua congelata. Essi sono grandi serbatoj di questo fluido tanto necessario alla vita delle piante e degli animali; cosicchè se a motivo di un troppo prolungato calore, le ordinarie sorgenti venissero ad esaurirsi, le nevi ed i ghiacci delle montagne, in grazia appunto della più elevata temperatura, verrebbero a fondersi in maggior copia, alimentando più

abbondantemente i fiumi cui dànno origine, e così compensando in parte la deficienza delle altre sorgenti.

Le *terre* occupano soltanto un quarto circa della superficie del globo, ed è intorno al polo boreale che sono più particolarmente aggruppate; esse costituiscono due immense masse dette continenti, contornate nel modo il più irregolare, le quali prolungansi in punta al di là dell' equatore. Al sud non si conosce fino ad ora alcun' altra grande terra oltre l' Australia. Qua e là esistono non di meno in mezzo ai mari innumerevoli isolette, ora solitarie ed ora aggruppate in gran numero e formanti degli arcipelaghi.

Il contorno estremamente frastagliato delle terre dà luogo alle penisole, ai capi, alle baje, ai golfi, ai mediterranei, ec.

L' elevazione delle terre al di sopra del mare è sommamente variabile. Vi sono delle isole a fior d'acqua, altre invece s' innalzano ad altezze più o meno grandi, ora formando in tutta la loro estensione un alto piano, le cui rive hanno un pendio più o meno ripido, ora dei coni, ed ora delle superficie più o meno ondulate. Le isole molto vaste presentano ordinariamente tutte queste accidentalità insieme riunite, e lo stesso deve dirsi dei continenti: vi si osservano allora tutte le forme possibili e tutte le elevazioni dal livello del mare fino a 7,800 metri, che è la maggiore che si conosca.[1] Le diverse accidentalità che presenta la superficie dei continenti prendono, come

[1] È questa l'altezza del picco Dhawalagiri nei monti Himalaya.

ognun sa, i nomi di *pianure*, *vallate*, *altipiani*, *montagne* ec. Alcune montagne si estendono a grandi distanze, costituendo ciò che appellasi una *catena di monti*, nella quale di ordinario si osserva una *massa centrale* diretta secondo una certa linea, e dei *rami* laterali, presso che perpendicolari alla direzione generale, i quali corrispondonsi da ambo i lati, e si avanzano a distanze più o meno grandi, talora ramificandosi nella stessa guisa della catena principale. I rami di una catena di monti divengono divergenti soltanto alla estremità della medesima, ed allora formano ciò che dicesi un *piede di oca*, il quale carattere assegna dei limiti locali ai fenomeni che hanno prodotto queste disposizioni delle montagne. Generalmente il centro di una catena è la parte più alta, e i rami laterali si abbassano successivamente fino alle loro estremità; nondimeno accade frequentemente che in certe parti di alcuna ramificazione, il terreno s'innalzi bruscamente, ed anco ad altezze maggiori che in ogni altro punto. La cresta di una catena presenta comunemente una linea più o meno ondeggiante in tutta la sua estensione; talora si eleva bruscamente fino a migliaia di metri, mentre in altri punti resta a poche centinaia soltanto, prendendo poi tutte le altezze intermedie. Le maggiori altezze si osservano ordinariamente nei punti in cui riunisconsi due ramificazioni laterali opposte, e fra due ramificazioni prossime esiste sovente una considerevole depressione.

Le catene dei monti sono numerose alla superficie del globo e dirette in tutti i sensi; perciò non di rado

avviene che s' incontrino e formino dei reticolati più o meno complessi. Talora varie catene di montagne sono dirette quasi parallelamente, e lo spazio che lasciano fra loro presenta una vasta ed elevata pianura, di cui formano i limiti. Di quest' ultima disposizione abbiamo un esempio in Europa, nelle Alpi e nel Giura, i quali comprendono fra di loro le alte pianure della Svizzera.

Le pianure incontransi adunque a tutte le altezze, cominciando dal livello del mare fino a più migliaia di metri al di sopra del medesimo. Si distinguono perciò i *bassi piani* dagli *alti piani*, senza però che possa determinarsi dove cessano gli uni e cominciano gli altri, infiniti essendo i gradi di elevazione. Si può dire che sia mediante una serie successiva di piani, e come di terrazza in terrazza, che s' inalzino i continenti al di sopra dell' oceano; e le grandi catene che li traversano non sono in qualche modo che accidentalità in mezzo ai terreni piani più elevati. Fra i più estesi bassi piani citeremo quello sui confini di Europa che forma le steppe dei Kirghiz, nel quale 18,000 leghe quadrate di paese, trovansi al livello dell' Oceano ed anche al di sotto, imperciocchè Astrakan e tutte le coste del Mar Caspio sono più basse del livello del Mar Nero. Queste pianure riunisconsi mediante degl' insensibili pendîi a quelle della Ucrania e della Lituania, e si estendono fino all' Olstein, l' Jutland, e i Paesi-Bassi, formando così in Europa una immensa estensione di paesi piani. Anche le altre parti del mondo offrono estesissimi bassi piani, e l' America ne con-

tiene i più vasti, come quelli in cui scorrono l'Amazzone ed il Rio della Plata.

I più elevati altipiani trovansi nel centro dell'Asia. Quelli compresi fra la catena del Kovenlorn e dell'Himalaya, e che formano il Tibet propriamente detto, trovansi a 3,600 metri sopra il mare. In America il piano di Quito trovasi a 3,000 metri d' altezza, e quello del Messico a 2,000. In Europa gli altipiani sono poco elevati e poco estesi; non di meno possono citarsene varj, come quello che corona i monti della penisola Scandinava, i piani della Croazia e della Carniola, e quelli delle Ardenne, del Limosino e dell'Alvergna in Francia.

Tutte le indicate accidentalità del suolo contribuiscono molto alla temperatura ed al clima de' vari paesi. Se la superficie terrestre fosse ovunque omogenea e piana, la distribuzione del calore vi sarebbe unicamente determinata dalla latitudine; ma non può ciò avvenire su di una superficie composta di parti così eterogenee; di terre e di mari che agiscono così differentemente a motivo delle diverse loro facoltà, assorbente ed emissiva, rispetto al calore, e conformata in mille modi da monti, da piani e da valli, che tanto modificano le condizioni atmosferiche. La configurazione delle terre e dei mari, la loro estensione e posizione relative, l'altezza dei monti o degli altipiani, la natura del suolo, l' abbondanza o l'assenza della vegetazione, sono tutte circostanze che hanno una potente influenza sulla temperatura ed il clima di un luogo. Si osserva infatti che

nella parte settentrionale dell'antico continente, a misura che ci avanziamo verso oriente la temperatura si abbassa enormemente sotto le stesse latitudini, e ciò a motivo della forma e della posizione di questa porzione di continente; imperocchè la parte occidentale del medesimo è riscaldata dalla vicinanza dell' Affrica, la quale simile ad un' immensa fornace comunica il suo calore all' Arabia, alla Turchia Asiatica ed all 'Europa, mentre l' Asia nelle sue estremità di nord-est subisce gli estremi freddi, a motivo della mancanza di terre che si estendano da quel lato verso l' equatore. Se la Groenlandia, malgrado la sua posizione più meridionale, ha un clima più rigido della Lapponia, ciò avviene perchè quest'ultimo paese è separato dalle terre artiche da un vasto mare, mentre la Groenlandia si estende probabilmente fin verso il polo. L'America Settentrionale ha poche terre situate nella zona torrida, ed ha angusta comunicazione coll' America Meridionale; inoltre la disposizione delle sue montagne la lascia aperta ai venti freddi del polo, che la traversano da un estremo all' altro; perciò la sua temperatura è molto più bassa di quella dei paesi posti ad eguali latitudini nella parte occidentale dell' antico continente. Nelle contrade situate sotto la zona torrida, i venti alisei soffiando continuamente da oriente al di sopra dei mari, contribuiscono a rendere tutte le coste marittime orientali più fredde delle occidentali. Da un altro lato più un continente è esteso dalla parte orientale, più questi venti si scaldano passando al di sopra delle terre

arse dal sole. Ecco perchè le Antille godono di una temperatura moderata, mentre la Senegambia e la Guinea sono fra le regioni del globo le più tormentate da un eccessivo calore. Se il clima del Perù è più freddo di quello del Brasile, se anche sotto la zona torrida vediamo delle montagne coperte di perpetue nevi, ciò dipende perchè l' elevazione del terreno, o qualunque altra circostanza locale, possono spesso avere influenza bastante a distruggere l' effetto della causa generale, a cui devesi la varia distribuzione del calore alla superficie del globo.

—

FENOMENI GEOLOGICI ATTUALI.

Terremoti e sollevamenti del suolo.

La superficie del globo terrestre, quale è stata da noi descritta, va soggetta a dei cambiamenti, alcuni dei quali sono continui, ma sensibili soltanto dopo un lungo spazio di tempo, ed altri invece accidentali ma più profondi, perchè prodotti da cause più energiche. Queste modificazioni, di cui siamo spettatori, dánno una lieve idea di quelle mutazioni infinitamente maggiori che si produssero in tempi remotissimi, assai prima della esistenza dell' uomo e nel corso di epoche immensamente più lunghe, o per cataclismi così giganteschi che appena possiamo immaginare.

I fenomeni che si producono anche attualmente alla superficie del globo, e che hanno per effetto di alterarne l'aspetto e di modificarne le condizioni, riduconsi ai seguenti, vale a dire: *i terremoti, i sollevamenti e gli abbassamenti del suolo, le eruzioni vulcaniche, l'azione dell'atmosfera e delle acque, e i depositi degli animali marini.*

Non v' ha alcuno che non abbia idea di quel terribile flagello chiamato terremoto, il quale talvolta in pochi istanti riduce in un cumulo di macerie le più fiorenti città, e devasta e sconvolge considerevoli estensioni di paese. La sua apparizione è di sovente preceduta da rumori cupi, da rombe sotterranee, le quali si fanno talora udire anche assai prima della catastrofe a cui preludono. Poscia ad un tratto il suolo viene agitato da trepidazioni più o meno forti che durano per alcuni istanti od anche per qualche minuto; ma che di sovente succedonsi a brevi intervalli e con variabile intensità, prolungandosi in certi casi per varj giorni, varj mesi ed anco degli anni. Questi movimenti del terreno sono di varie sorte: ora *ondulatorj*, vale a dire consistenti in oscillazioni orizzontali più o meno rapide, ora *sussultorj*, ossia a scosse o sbalzi verticali, ed ora *vertiginosi* o a vortice. Qualche volta tutte queste sorte di moti riunisconsi contemporaneamente, ed allora nulla si sottrae alla loro furia devastatrice.

Talora un terremoto è circoscritto in uno spazio assai limitato, come quello che avvenne il 2 febbrajo 1828 nell'isola d'Ischia, il quale non fu minimamente

risentito nelle isole vicine e sul continente; in altri casi invece sconvolge immense estensioni, come quello della Nuova Granata del 17 giugno 1826, che esercitò la sua azione su varie migliaja di leghe quadrate, e quello parimente celebre che nel 1755 distrusse quasi totalmente Lisbona, il quale si estese fino in Lapponia da una parte, e dall'altra fino alla Martinicca, in una direzione; e dalla Groenlandia all'Affrica, dove Marocco ed altre città furono subissate, e l'Europa intiera ne provò nel medesimo istante gli effetti.

Durante i terremoti, il movimento sembra trasmettersi alle acque, imperocchè i bastimenti ne risentono frequentemente le scosse anche in alto mare, e per reazione sono spesso sospinte sulle rive dalle onde più o meno impetuose. Nel terribile terremoto di Lisbona, le onde si sollevarono a Cadice all'altezza di 60 piedi, e conservavano anche a Madera l'altezza di 18 piedi; i quali movimenti si trasmessero ad enormi distanze, conciossiachè sulle coste della Gran Bretagna e dell'Irlanda furono osservati straordinarj moti nel mare.

I terremoti non solo rovesciano gli umani edifizj, ma lacerano e sconvolgono il suolo, lasciando sul medesimo indelebili tracce. Quelli che nel 1783 afflissero per lo spazio di un mese la Calabria e parte della Sicilia ce ne offrono i più memorandi esempj. Tutto fu sconquassato in quell'infelice paese; il corso dei fiumi fu interrotto e cambiato; molti edifizj furono sollevati al di sopra del livello del paese, mentre altri comun-

que a breve distanza sprofondarono nel suolo; alcuni solidissimi fabbricati furono aperti e divisi in pezzi, e in parte lanciati in alto, e i loro fondamenti cacciati fuori del terreno. Il suolo si aprì da ogni lato, spesso in lunghe crepature, alcune delle quali aveano perfino 150 metri di larghezza; ve ne erano delle isolate che talora biforcavansi, delle parallele, ed altre che incrociavansi in direzione perpendicolare, o che divergevano a guisa di raggi da un centro comune, come avviene ad un vetro percosso nel mezzo da un violento urto. Alcune di queste fessure apertesi al momento della scossa, subitamente richiudevansi stritolando fra le loro pareti le case e gli altri oggetti che inghiottivano; altre restavano orribilmente spalancate dopo la commozione, ovvero cominciate da una prima scossa si allargavano alle seguenti. Non sempre i due margini della crepatura rimanevano sullo stesso piano: talora formavano il culmine di due pendici divergenti dall'apertura, ed altra volta l'uno rimaneva assai più sollevato dell'altro.

In certe località, considerevoli estensioni di terreno avvallarono ad un tratto, seco trascinando e case e piantagioni, e lasciando aperti spaventevoli abissi. In alcuni casi fu visto sorgere immediatamente dal fondo di queste cavità immensa quantità d'acqua, talchè si formarono laghi assai vasti, i quali rimasero talora senza apparente sfogo, ed ora diedero luogo ad enormi torrenti; in altri invece i ruscelli furono assorbiti dalle fenditure del suolo e scomparvero quando

per breve tempo e quando per sempre. Accadde ancora che enormi masse di rocce precipitarono attraverso le valli ed arrestarono il corso dei fiumi, i quali perciò diedero pure origine a laghi, e le acque così accumulate scavaronsi nuovi passaggi, sia rompendo i fianchi alle valli, sia allargando alcuni meati dei monti, sia infine superando l'ostacolo che le avea trattenute e rovesciandolo in parte o in totalità. Da ciò spaventevoli ed orrende inondazioni, impetuosi torrenti trascinanti immensi massi di rocce, i quali lasciarono sul loro passaggio una devastazione maggiore forse di quella del terremoto. A ciò si aggiunga l'imperversare delle onde sulle rive del mare. Le acque partecipando dei movimenti e degli urti della terra, ora invadevano per gran tratto la spiaggia, ogni cosa disertando con portentosa inondazione, ed ora ritiravansi con impeto e rapidità non minori. Infine, se la principale azione dei terremoti manifestossi sul continente tra Oppido e Soriano, i tremendi fenomeni si estesero fino a Messina attraverso lo stretto, e più di mezza città fu distrutta e centinaja di villaggi subissarono. Il fondo del mare si abbassò, e fu sconvolto in diversi luoghi; le rive furono lacerate e divise da varie fenditure; il suolo lungo il porto di Messina s'inclinò verso il mare, sprofondando subitamente per varj decimetri, ed il promontorio che era situato all'ingresso del porto fu in un istante ingojato.

I terremoti che avvennero sulle coste del Chilì negli anni 1822, 1835 e 1837 produssero effetti di

non minore rilievo. Diverse parti della costa da Valdivia fino a Valparaiso, vale a dire su di una estensione di più di 200 leghe, s'inalzarono manifestamente al di sopra delle acque, come anche diverse isole vicine; tutto il fondo del mare, fino a distanza considerevole, partecipò dello stesso fenomeno. Sulle coste, alcuni scogli una volta nascosti sott'acqua emersero per circa due a tre metri al di sopra del suo livello, ponendo allo scoperto le conchiglie che vivevano sulla loro superficie; dei fiumi che sboccavano su quelle rive, divennero guadabili dove prima erano navigabili da bastimenti assai considerevoli; in mare certe rade ben note diminuirono di profondità in guisa da divenire inaccessibili alle navi di alto bordo.

Analoghe circostanze si produssero nel 1819 nelle Indie, ove una collina di venti leghe di lunghezza e sei di larghezza si sollevò dal sud al nord ovest in mezzo ad un paese piano ed unito, intercettando il corso dell'Indo. Più lungi invece, al sud, e parallelamente a quella direzione, il paese sprofondò trascinando un villaggio che rimase non di meno in piedi, quantunque a metà sepolto.

Le memorie di altre epoche e di altri luoghi, ci offrono numerosi fatti dello stesso genere. Ovunque si parla di screpolature del suolo, di profondi abissi in cui villaggi e città furono ingoiati e da cui si elevarono enormi masse di acqua, ora fredda ed ora calda, e talora perfino delle fiamme. Altrove si narra di pianure trasformate improvvisamente in montagne, di bassi–

fondi sollevatisi in mezzo al mare, di montagne spaccate, sconvolte ed inabissate, di correnti deviate e penetrate nelle viscere della terra, di laghi disseccati ed assorbiti da sotterranee voragini, o all'opposto di sorgenti ad un tratto scaturite da qualche fessura senza poterne indagare l'origine. Si citano ancora frequenti cangiamenti di livello nelle coste del mare, quantunque di ordinario se ne attribuisca l'effetto al mare piuttosto che alla terra. Così vedesi annunziato che da un certo luogo il mare si è più o meno lungi ritirato, lasciando a secco lungo tratto del suo letto, e che in altro ha subitamente invaso delle rive più o meno elevate; ma è ormai pel geologo indubitato che tali cambiamenti sono comunemente provenuti da sollevamenti o abbassamenti del suolo lungo le rive, imperciocchè egli è fisicamente impossibile che il mare si elevi in un punto, ed in un altro contemporaneamente si abbassi. La storia dell'Arcipelago Greco, delle isole del Giappone, e di molte altre località del globo, è piena di disastri prodotti dalle accennate oscillazioni del suolo.

Gli effetti variatissimi e le alterazioni profonde che i terremoti hanno prodotto sotto i nostri occhi, e quelli ancora che ci narrano le più autentiche istorie dánno una grande probabilità alle notizie trasmesseci dai tempi i più antichi ed anco favolosi, intorno ad immensi sconvolgimenti che avrebbero in molti punti affatto cangiata la faccia del globo. Chi oserebbe, a cagione di esempio, negare oggidì in modo assoluto,

ciò che Plinio riporta dagl' istorici più antichi, che la Sicilia fosse da un orribile terremoto separata dall'Italia, l'isola di Cipro dalla Siria e il Negroponte dalla Beozia? Chi potrebbe asserire favolosa l'esistenza della Atlantide, la quale giusta le tradizioni egiziane sarebbe stata sepolta dalle acque in un giorno ed una notte?[1] È anzi impossibile non riconoscere che grandiosi sconvolgimenti del suolo, e abbassamenti e sollevamenti successivi del medesimo, hanno lungamente fatto parte del meccanismo della natura, che ha infine prodotto l'attuale configurazione della superficie del globo.

Vi sono delle terre, le quali vanno soggette anche oggidì ad un lento e graduato sollevamento, mentre altre in pari tempo soggiacciono ad una corrispondente depressione. Le coste della Svezia ce ne offrono un rimarchevole esempio. Nel 1731 l'Accademia di Upsala volendo verificare questo fatto fece praticare profonde incisioni al livello del mare sulle rocce costituenti le coste, e a capo di alcuni anni, tali tracce trovavansi per vari centimetri al di sopra delle acque. Le osservazioni furono in seguito moltiplicate; ed avendo continuato fino ai nostri giorni, è dalle medesime resultato che in alcuni punti v'ha una depressione apparente e continua del livello del mare, ma non ovunque eguale; mentre in altri, come sulle

[1] Sulle rive del mare Atlantico, dice Platone, rimpetto allo stretto delle colonne di Ercole vi era un'isola più estesa che la Libia e l'Asia riunite; accaddero de' tremuoti e delle inondazioni e nello spazio di un giorno e di una notte essa scomparve nel mare.

coste della Scania, sembra essersi inalzato, poichè i segni fatti altra volta a fior d'acqua trovansi ora sommersi. È dunque evidente che nella Finlandia ed in una gran parte della Svezia, il terreno si solleva gradatamente e senza apparenti scosse, mentre nella parte meridionale della penisola si abbassa nella stessa guisa. È anche indubitato oggidì che da quattro secoli la costa occidentale della Groenlandia si è continuamente abbassata per una lunghezza di più di 200 leghe dal nord al sud; imperocchè le antiche costruzioni poste sul continente o sopra isole basse sono state gradatamente sommerse, e si è dovuto di tratto in tratto ritrarre lungi dalle coste alcune opere stabilite in riva al mare e che le sue acque invadevano.

Da quanto abbiamo detto, apparisce che la corteccia del nostro globo non è peranche giunta ad uno stato permanente di riposo; che di tratto in tratto è sconvolta da terremoti più o meno grandiosi i quali più o meno profondamente ed estesamente la modificano; e che va anche soggetta ad un'azione lenta e continuata mercè la quale alcune parti dei nostri continenti gradatamente s'inalzano, mentre all'opposto altre deprimonsi. Tutto ciò ci fa concepire quanto più profondi debbono essere stati gli sconvolgimenti cui andò soggetta la superficie del globo in epoche da noi remotissime ed assai prima che l'uomo fosse creato; quando la corteccia della terra da breve tempo raffreddatasi, presentava molto minor resistenza che attualmente alle interne azioni delle viscere terrestri. Quan-

tunque presentemente la crosta del globo sembri lasciata dalle sotterranee forze in meno precario stato di quiete, nulla ci assicura però che il medesimo non venga improvvisamente e profondamente turbato. Certo è che le forze che agitansi nei profondi recessi della terra hanno immensa potenza, e l'ostacolo che questa sottil pellicola del globo può loro opporre è cosa ben lieve. Forse noi viviamo in un'epoca di transizione, in cui tacitamente preparansi nuovi cataclismi, destinati fors'anco a rinnovare totalmente la faccia della terra.

Fenomeni vulcanici.

I fenomeni vulcanici hanno il più stretto legame coi terremoti, e ne sono anzi, per così dire, l'ultimo effetto. Quando nelle trepidazioni e nei sollevamenti del suolo, la crosta terrestre subisce delle profonde lacerazioni, si stabilisce una comunicazione fra l'interno del globo e la sua superficie, e dal seno della terra svolgonsi diverse materie che irrompono con più o meno impeto all'esterno. Queste *eruzioni* sono talvolta di breve durata, e, per così dire, momentanee, talchè fanno supporre estinto il fomite che le produsse; spesso invece una volta originate continuano lungamente, quantunque non agiscano sempre con egual vigore, e solo di tratto in tratto acquistino straordinario impeto; e talora invece dopo una più o meno

lunga durata, ad un tratto vengano a cessare. Le prime costituiscono i fenomeni vulcanici passeggeri, le altre i permanenti; e queste ultime sono quelle che dánno luogo ai vulcani propriamente detti, alcuni dei quali mostrano di essere stati lunga pezza in attività, e quindi essersi spenti; ed altri al contrario sono sempre attivi e prendono parte a quelle interne azioni che costituiscono, per così dire, la vita del globo.

Varj esempj possono citarsi di fenomeni vulcanici passeggeri. Nel maggio del 1808, in una delle isole Azzorre, in mezzo ai campi coltivati, il terreno, dopo essersi sollevato, si aprì in varj punti con spaventevole rumore, e diè luogo ad una enorme cavità o *cratère*, in vicinanza della quale se ne formarono da dieci a dodici più piccole, e da tutte fu lanciata in lontananza una quantità enorme di scorie e di pomici, talchè il suolo ne fu ricoperto fino ad un metro e mezzo di profondità, per una estensione di varie leghe di superficie. Poscia scaturirono dal grande cratère delle correnti di materia fusa, le quali per circa tre settimane non cessarono di colare fino al mare.

Monte-Nuovo, formatosi nel 1538 nel fondo del golfo di Baja sulle coste di Napoli, ci offre altro esempio di simili eruzioni. Da due anni il suolo era scosso da violenti tremuoti, finchè il 27 ed il 28 settembre, essendo questi divenuti continui, la pianura situata tra un lago, un monte ed il mare, si sollevò squarciandosi in varj punti e prendendo la forma di una nascente montagna: nella notte questo monticello si

aprì con grande fracasso e vomitò fiamme, pomici, pietre e ceneri. L'eruzione durò sette giorni, dopo di che la tranquillità più perfetta non ha mai cessato di regnare in quel luogo.

Nei fenomeni descritti è certamente accaduto che le crepature del suolo, le quali in principio diedero luogo agli effetti accennati, si chiusero in seguito nella loro profondità, e così interrompendosi la comunicazione fra l'interno del globo e l'esterno, i fenomeni vulcanici doverono cessare, e furono succeduti da una completa tranquillità. Spesso è accaduto invece che la comunicazione sia rimasta permanente, e che al di sotto di essa un continuo fomite di eruzione siasi stabilito. In questa guisa formaronsi i veri vulcani, tra i quali quello di Stromboli è certamente uno di più antica origine. La continua attività di questi vulcani è annunziata dai gas e dai vapori che incessantemente tramandano; ma è solo di tratto in tratto che traboccano con grande fragore ed impeto, ed in mezzo ad altissime fiamme, enorme copia di quelle materie fuse e ardenti che sono da tutti conosciute col nome di *Lave*.

I vulcani in attività sono al certo dei preservativi contro la violenza dei terremoti; ed infatti si osserva che dall'istante che accade l'eruzione di un vulcano, le scosse del suolo che prima di sovente si producevano in quella località, addivengono meno forti, meno frequenti od anche cessano del tutto. Così avvenne nella eruzione sopra citata di Monte-Nuovo, ed

in quella pure del vulcano di San Vincenzo nelle Antille, che nel 1812 diè termine ai terremoti di Caracas. Al contrario quando un vulcano diviene inattivo ne succedono dei terremoti; e così avvenne nella vallata di Quito, tosto che il vulcano di Papayan ebbe cessato di gettar fiamme e fumo.

Non sempre i vulcani si tengono accesi; ma notansi in essi due periodi ben distinti, uno cioè di azione, l'altro di calma. Durante il primo, gettano in aria materie infuocate, ceneri e fumo, con grandissimo rumore, e versano torrenti di materie fuse e ardenti; ed allora generalmente si dice che sono in *eruzione.* Durante l'altro i fuochi sono sopiti, e rimangono solo come testimonio di essi il calore elevato nell'interno de' cratèri, ed il fumo e le sostanze gassose che ne scaturiscono; ed allora si dice che i vulcani sono in *riposo.*

Non è solo in mezzo alle terre che i fenomeni vulcanici si manifestano; essi produconsi anche al di sotto del mare. Ai nostri giorni, in seguito ad eruzioni sottomarine, fu veduto formarsi l'isola Giulia al sud-est della Sicilia, l'isola Sabrina presso le Azzorre, e varie altre isolette nelle vicinanze dell'Islanda, e presso le isole della Sonda e delle Filippine. L'apparizione dell'isola Giulia avvenne nel 1831, e fu accompagnata dai seguenti fenomeni. Sul cominciare del luglio, alcuni navigatori napoletani furono i primi ad osservare che il mare era in quel luogo in ebullizione, che le acque erano caldissime e svolgevano abbondanti

vapori. L'ebullizione dell'acqua si fece ogni dì più intensa, finchè si vide scaturire dal mare un monticello fornito di un cratere, dal quale sgorgavano densi vapori bianchi ed acqua bollente. Ai diciotto del mese il piccolo monte era già venti piedi al di sopra del livello del mare. Ad un tratto il vulcano vomitò un'enorme quantità di ceneri e di materie polverulenti, le quali furono slanciate con orribile fragore ad una grande altezza, e ricadendo nel mare producevano uno strepito non meno grande. La colonna di fumo e di ceneri che si sollevò dal cratère era cupa ed accompagnata da lampi di luce. Agli scoppi ripetuti succedeva quasi sempre una pioggia di piccole pietre. Il tre di agosto il cratère di questo vulcano si era elevato 160 piedi al di sopra del mare, e l'isola avea acquistato la superficie di circa un miglio ed un quarto.

Le isole, che per eruzioni vulcaniche si sollevano al di sopra del mare, non sempre si conservano indefinitivamente, chè anzi di sovente spariscono dopo breve tempo, sia perchè l'agitazione delle onde a poco a poco le consumi e disfaccia, come sembra essere accaduto all'isola Giulia, sia che la loro massa sprofondi negli abissi formatisi al di sotto di esse, come accadde ad un'isola sollevatasi nel 1719 presso le Azzorre, la quale sparì nel 1723, lasciando al suo posto una profondità di 133 metri.

In Europa, il Vesuvio è il solo vulcano attivo che appartenga al continente; ve ne ha però un certo numero nelle isole, e i principali sono l'Etna in Sici-

lia, che è il più energico ed il più alto di tutti; i tre vulcani delle isole Vulcano, Vulcanello e Stromboli nel piccolo arcipelago di Lipari; il gran vulcano di Pico e quello di San Giorgio nell' arcipelago delle Azzorre, ed il vulcano Sarytcheff nella Nuova Zembla.

Il Vesuvio non ha sempre presentato la configurazione attuale; imperocchè Strabone descrive questa montagna senza accennare al cono rimarchevolissimo di cui è adesso fornita: essa, al dire di Strabone, offriva una cima troncata sterilissima, e come arsa, piena di cavità, di crepature e di pietre calcinate, talchè mostrava di essere stata una volta un ardente cratère. Perciò il cono, che attualmente porta solo il nome di Vesuvio, si è evidentemente formato più tardi, e probabilmente all' epoca della famosa eruzione del 79, che costò la vita al naturalista Plinio; e la sottoposta spianata chiamata ora la Somma, è l' antico cratère. Sembra che in questa eruzione si formasse quella comunicazione col fomite sotterraneo che anche oggidì esiste, perchè da quell' epoca il vulcano non ha mai cessato di dar segni di attività. In quella catastrofe si produssero poche lave, ma un orribile sconquasso, che, al dire di Plinio il giovine, precipitò una gran parte della montagna nel mare, e seppellì Ercolano e Pompei sotto delle avalanghe di frammenti pomicosi e di ceneri che esistevano precedentemente sul declive del monte.

I principali vulcani dell'Asia trovansi nella penisola del Kamtchakà e nell'Arcipelago Giapponese. Il

continente affricano offre pochi vulcani attivi, ma le isole che ne dipendono ne hanno varj, dei quali i principali sono il picco di Teneriffa ed il vulcano della Corona nell'Arcipelago delle Canarie; il picco del Fuoco nell' Arcipelago del Capo Verde, ed il vulcano dell' isola di Borbone nell' Arcipelago del Madagascar. L' America abbonda di vulcani e ne possiede i più alti e i più terribili del globo. L' estesa porzione di catena delle Ande compresa fra il Chilì ed il nord del Messico è quasi tutta vulcanica. Il Cayambè, l' Antisana, il Cotopaxi nella Colombia, e l' Orizaba ed il Pichinca nel Messico sono i vulcani più celebri di questa immensa catena di monti. Devesi anche annoverare tra i vulcani di America, il noto Ecla nell' isola d' Islanda: ma la parte del mondo che racchiude maggior numero di vulcani in attività, è certamente l' Oceania. Nell' isola di Giava se ne contano almeno quindici, nell' isola di Sumatra cinque, e molti se ne contano pure nell' Arcipelago delle Molucche e nelle varie isolette sparse per l' Oceano.

Oltre i vulcani attivi, si conoscono innumerevoli vulcani spenti i quali, quantunque abbiano cessato ogni eruzione da epoche remotissime e indeterminate, si riconoscono facilmente ai cratèri che presentano, e agli antichi depositi di lave, scorie, ceneri ed altre materie vulcaniche, di cui sono circondati od anche totalmente costituiti. Questi vulcani offrono tanta analogia con quelli che sono anche oggidì in attività, che è quasi impossibile stabilire un' esatta distinzione tra di

essi; perocchè non si può esser certi che un vulcano non passi improvvisamente dall'uno all'altro stato. Così il Vesuvio prima della sopra accennata eruzione dell'anno 79, doveva giudicarsi spento; conciossiachè non conservavasi memoria di alcuna antecedente sua eruzione; e quantunque presentasse evidenti indizi di antiche azioni vulcaniche, pure fino da indeterminati tempi rimanevasi tranquillo.

Trovansi dei vulcani estinti in luoghi in cui attualmente esistono dei vulcani in attività, e tale coincidenza può considerarsi resultata dallo spostamento degli spiragli vulcanici; ma se ne incontrano anche in paesi, ove dai tempi istorici i più lontani ogni traccia di azione vulcanica è scomparsa.

Esistono molti cratèri che da lungo tempo non hanno dato passaggio ad alcuna lava, ed ora svolgono delle quantità più o meno considerevoli di gas, ordinariamente solforosi, i quali sfuggono dalle numerose screpolature del terreno, accompagnati di sovente da vapore acquoso. Questi luoghi diconsi *solfatare*, fra cui è celebre quella di Pozzuoli nel regno di Napoli, la quale sembra che fino dalla più remota antichità non abbia presentato fenomeni diversi dagli attuali. Negl'intervalli di riposo i cratèri dei vulcani divengono solfatare più o meno attive.

Fenomeni simili a quelli delle solfatare ci sono offerti dai così detti *vulcani d'aria* o *di mota*, dai *fumacchi* e dagli *zampilli d'acqua bollente* che incontransi in varie località. I vulcani d'aria consistono in svolgi-

menti continui di gas idrogeno carbonato, che operansi attraverso le screpolature del suolo anche in luoghi molto lontani dai vulcani. Talvolta il fluido che esce da queste fessure è accompagnato da acqua o da fango, ed allora il fenomeno prende il nome di *vulcano fangoso*. Siffatte eruzioni di materie limacciose producono, come quelle delle scorie dei vulcani, piccoli coni, aventi alla sommità un'apertura crateriforme, dalla quale si svolge il gas in bolle più o meno grosse, che di tratto in tratto lanciano in distanza una quantità più o meno considerevole di limo. Non di rado sopra una piccola estensione contansi moltissimi di questi coni in piena attività, alcuni dei quali hanno acquistato perfino l'altezza di 8 a 10 metri; mentre altri sono ancora allo stato nascente. In certe contrade incontransi numerosi monticelli simili ai precedenti, ma perfettamente disseccati, ed in cui da lungo tempo ogni eruzione d'acqua o di mota è del tutto cessata: talora però ad un tratto ritornano in attività, ed anco con violenza, imperciocchè l'azione si ristabilisce mediante leggeri terremoti, accompagnati da sconvolgimenti nel suolo, da proiezione di terra e da svolgimento di vapori e perfino di fiamme. I vulcani d'aria infiammabile sono assai comuni, ed anche in Italia se ne osserva a Pietramala, a Velleja, ed in Sicilia presso Girgenti.

I *fumacchi* sono eruzioni di vapori dotati della temperatura dell'acqua bollente, i quali sfuggono dalle crepature del terreno sotto la forma di colonne bian-

che che hanno talvolta dieci o dodici metri di altezza, e non di rado con un fragore simile a quello di un getto che esce da una caldaia a vapore, il che sta a indicare la grande pressione cui sono sottoposti nel seno della terra. I fumacchi veggonsi non solo nei cratèri attivi e nelle solfatare, ove anzi sono poco considerevoli; ma incontransi anche molto lungi dai vulcani, ed in mezzo ai terreni calcarei, e quivi acquistano un grande sviluppo: così accade presso di noi nella provincia Volterrana, in cui i getti di vapore riuniti in gruppi di dieci a venti ed anco più, a Montecerboli, a Castelnuovo, a Monterotondo, trovansi disposti sopra una linea presso che retta di varie miglia di lunghezza, la quale sembra indicare una grande fessura del suolo. I fumacchi trascinano sempre varj acidi, i quali a quella elevata temperatura attaccano più o meno le circondanti rocce. Al Vesuvio racchiudono acido muriatico, alla solfatara di Pozzuoli acido solforico, quelli del Volterrano trascinano acido borico, il qual prodotto essendo utilissimo in varie industrie, vien raccolto facendo passare i getti del vapore attraverso l'acqua di certi bacini espressamente praticati, che vengon chiamati *lagoni*, dove cotesto acido si discioglie.

Le *fontane di acqua bollente* trovansi in gran numero nell' Islanda, ove alcune sono molto considerevoli, ed una fra queste lancia una colonna di acqua bollente di 18 metri di diamètro, e dell' altezza di 150 piedi. Le acque di queste sorgenti contengono molta silice, la quale depositandosi, forma talora delle

collinette alla sommità delle quali trovasi l'apertura della voragine da cui il liquido sgorga. Le sorgenti delle acque termali, quantunque non offrano fenomeni altrettanto rimarchevoli, debbonsi non di meno considerare di natura analoga alle precedenti e quindi di origine vulcanica, poichè è indubitato che scaturiscono da grandi profondità sotterranee.

Azione dell' Atmosfera e delle acque sulla superficie terrestre.

Veduto così quali effetti producono alla superficie della terra i terremoti, i sollevamenti del suolo e le varie specie di eruzioni vulcaniche, gettiamo uno sguardo su quei fenomeni, meno energici in vero, ma continui, che sono dovuti agli agenti esterni.

L'aria atmosferica, le alternative di umidità, di siccità e di gelo esercitano un'azione sensibile sulla maggior parte delle sostanze minerali che trovansi alla superficie del globo. Sovente dipendono dall'alterazione prodotta da tali cause, le scoscese balze e le immense frane che si formano nei monti. Per mezzo dell'acido carbonico che assorbono dall'aria, le acque corrodono incessantemente i depositi calcarei e lentamente riduconli in isfacelo; ma agiscono anche con maggior potenza inzuppando certe rocce, trasportandone le parti, e lasciando senza appoggio gli strati superiori, i quali allora precipitano riempiendo le valli o il letto dei fiumi. Il movimento delle acque del mare, talora ani-

mato da immense forze, dà luogo alle lacerazioni delle spiagge, ed all'alterazione delle isole.

Le acque correnti, spesso impetuose, abbattono, rovesciano e trascinano tutto ciò che trovasi sul loro passaggio, talchè approfondiscono le valli che percorrono e ne alterano e solcano i fianchi. Le materie solide strappate alle rocce ed ai terreni traversati, vengono rotolate dalle acque, quindi si rotondano successivamente mercè lo scambievole attrito, e così formano i ciottoli, le ghiaie, le sabbie ed infine il limo; che trasportati poscia fino al termine del corso dei torrenti o dei fiumi si accumulano nei laghi e nei mari costituendo immensi depositi. I depositi che si formano all'imboccatura dei fiumi presentano una serie di strati ondulati orizzontalmente, ma non di rado accidentati da più abbondanti cumuli di materiali spinti da acque più impetuose: quelli che si formano tranquillamente nei laghi e nei mari sono sempre in strati perfettamente orizzontali ed a superficie parallele. Tutti contengono sempre una quantità più o meno considerevole di resti organici, che sono talora sparsi senza uniformità, e talora invece costituiscono per sè stessi degli strati o degli ammassi molto estesi. Quelli formatisi nelle acque dolci contengono avanzi fluviatili e terrestri, mentre quelli dei mari racchiudono avanzi marini. Non di meno v'ha spesso miscuglio o alternazione, segnatamente alla imboccatura dei fiumi; ed è manifesto che deve egualmente avvenire in mezzo ai mari in conseguenza del trascinamento delle materie deposita-

te, operato dalle correnti dell'Oceano. In questa guisa avviene che le piante dei tropici possono trovarsi commiste a quelle dei poli, ed i vegetabili terrestri alle alghe che vivono nei mari.

Depositi di animali marini al fondo dei mari.

Molto contribuiscono ad alterare la configurazione del fondo dei mari, anco gli enormi *banchi di coralli e di madrepore* che in certe contrade vi si stabiliscono e si estendono con prodigiosa rapidità. Ciò per altro avviene oggidì soltanto nei mari intertropicali, e quivi questi polipi pietrosi si stabiliscono sulle rocce del mare ad una profondità che non supera gli otto o i dieci metri, perchè ad una maggiore non potrebbero vivere, ed ivi moltiplicansi enormemente e fabbricansi l'abitazione col trasudamento calcareo del proprio corpo, cosicchè questi polipi accumulandosi gli uni su gli altri giungono in breve tempo fino al livello del mare, ove estinguonsi le ultime loro generazioni. Formansi così dei banchi estesissimi, o delle isole basse, le quali bentosto ricuopronsi di muschi e di vegetazione. Nei mari della zona torrida esse sono assai frequenti; ma è singolare che negli stessi paraggi s'incontrano delle isole molto elevate al di sopra del mare, in mezzo alle quali esistono dei banchi di coralli o di madrepore analoghi ai precedenti. Ciò fa supporre che tali isole sieno state sollevate in epoche non molto lontane.

Divisione dei terreni in stratificati e massicci.

L' uomo non si è limitato allo studio della superficie della terra, ma ha voluto conoscerne anche l' interno, almeno fin dove gli è stato possibile di penetrare. Però le sue cognizioni sulla costituzione dell' interno del globo sono poco estese, imperocchè le più grandi profondità alle quali è giunto non sorpassano i quattrocento metri; la quale estensione è appena sensibile rispetto all' immensa distanza che separa la superficie della terra dal suo centro. Non di meno i resultati ottenuti dalle osservazioni fatte su questa piccolissima parte dell' interno del globo sono stati sufficienti per trarne delle importanti conseguenze, e per dedurne una soddisfacente teoria intorno alla formazione della terra.

Allorquando si scava una miniera in un paese di pianura, invece di trovare una massa omogenea e perfettamente compatta, trovasi ognora al di sotto del terreno vegetativo, una serie di terre *stratificate*, vale a dire situate a filari orizzontali, e disposte con regolarità, le une al di sopra delle altre; ma a misura che più ci approfondiamo nel suolo, la distinzione di questi *strati* si fa più difficile, finchè si giunge ad un punto in cui non se ne scorge più alcuna traccia, ed incontrasi soltanto una massa compatta ed omogenea

che estendesi verso il centro della terra fino ad una profondità indeterminata. E se invece di scavare il suolo di una pianura, si scava in un paese montuoso, qui pure s'incontra la indicata stratificazione; ma gli strati invece di essere orizzontali, sono quasi sempre obliqui; talora perfino perpendicolari. Inoltre al di sopra di questi banchi obliqui o verticali veggonsi talvolta distendersi altri banchi posti orizzontalmente; spesso uno strato cambia direzione, e dopo essere stato obliquo diviene orizzontale o s'inclina in direzione opposta, formando delle rimarchevoli ondulazioni. In alcuni casi trovasi anche uno strato ad un tratto rotto in un punto, e le sue parti, che prima erano a contatto, separate da una vallata intermedia. Accade spesso che l'intervallo formatosi nel modo indicato, sia riempito di minerali affatto differenti da quelli che formano lo strato, e queste materie non hanno potuto certamente depositarvisi se non dopo lo squarciamento accaduto, ed a più forte ragione dopo la formazione dello strato stesso. Così formaronsi i *filoni*, in cui di sovente incontransi materie metalliche, e gli *ammassi*, i quali non differiscono dai precedenti depositi se non che nell'avere presso a poco le stesse dimensioni in ogni direzione, mentre i primi sono molto allungati e sottili. Infine, bene spesso, giunti sulla cima di una grande montagna, non vi s'incontra alcun segno della stratificazione che si era osservata alla base e sui fianchi; ma invece si scorge una massa omogenea e compatta, la quale manifesta

di costituire il nucleo della montagna stessa, e perciò di comunicare colla parte massiccia e più profonda della corteccia terrestre. Colla scorta di tali osservazioni, i geologi hanno diviso la massa solida del globo in due classi di terreni, gli uni cioè *stratificati*, o composti di strati sovrapposti, gli altri *massicci*, nei quali non si distingue più alcuna traccia di stratificazione e le cui parti sono perfettamente omogenee.

Le rocce costituenti i terreni stratificati presentano un aspetto simile a quello dei depositi che formansi anche attualmente in fondo ai mari, ai laghi ed ai fiumi; e la grande quantità di frantumi di animali acquatici che la maggior parte di essi contengono, ne rende anche più evidente l'analogia. Perciò si ammette che queste rocce si sieno depositate in fondo alle acque, e quindi sono anche dette *rocce di sedimento* o *rocce nettuniane*. Le rocce dei terreni non stratificati, vale a dire le massicce, compongonsi di minerali cristallini, ed il loro aspetto è simile a quello che prende una massa di sostanze minerali eterogenee, che dopo essere stata fusa sia abbandonata ad un lento raffreddamento. Gli elementi componenti questa massa si combinano allora a seconda delle reciproche loro affinità, e ne resultano differenti composti che si separano cristallizzando; talchè la materia, dopo il raffreddamento, presenta l'aspetto di un'agglomerazione di cristalli diversi disposti senza alcuna regolarità. Perciò si suppone per analogia che le rocce non stratificate si sieno formate per l'azione

del calore o del fuoco, e quindi sono chiamate *rocce ignee* o *plutoniche*. Esse debbono avere esistito primitivamente allo stato di fusione e debbono essersi solidificate per il lento raffreddamento della terra.

Terreni stratificati.

I *terreni stratificati* sono i più interessanti a conoscersi, non solo a motivo della regolare sovrapposizione degli strati che li compongono e della grande quantità di minerali che forniscono alle arti ed all' industria, ma ancora perchè ci dánno la prova incontestabile di un fatto della più alta importanza, quello cioè che le acque ed i mari hanno altra volta coperta tutta la superficie del globo. Ed infatti quale altra causa avrebbe potuto produrre quella serie di strati così regolarmente sovrapposti, se non un liquido che ne tenesse i materiali in sospensione e che lentamente li depositasse? Le acque adunque occupavano un tempo molte contrade ove adesso esistono fiorenti città ed ubertose campagne; ed apparisce con evidenza che non vi hanno soggiornato una sola volta, ma a più riprese le hanno invase e poscia abbandonate, imperocchè non potrebbesi in altra guisa spiegare la diversità dei minerali da cui sono formati gli strati e la separazione così distinta che si osserva tra di essi. Infatti, se questi materiali fossero stati depositati nello stesso tempo e dallo stesso liquido, gli strati sarebbero perfettamente omogenei e indistinti tra loro. Si

ha anche un' altra prova di tal fatto nella natura stessa di questi strati; alcuni sono formati di materiali che erano tenuti sospesi o disciolti nelle acque dolci, mentre altri debbono la loro origine al mare. Esaminando attentamente questi differenti terreni riscontransi in quasi tutti degli avanzi di esseri organizzati, che si erano formati nel seno delle acque, o che queste aveano sepolti e quindi depositati colle sostanze inorganiche che contenevano. Tra questi corpi ve ne sono alcuni che non hanno potuto vivere se non che nelle acque dolci; altri invece nel mare; e questi corpi non trovansi mai confusi insieme, ed invece sono costantemente sepolti in strati differenti ed alternanti varie volte gli uni cogli altri. Dobbiamo adunque concludere che il mare non solo ha soggiornato in tutti quei luoghi in cui troviamo degli strati d' origine diversa così sovrapposti, ma che vi ha soggiornato ad epoche differenti, e nell' intervallo del suo ritiro è stato rimpiazzato da immensi laghi di acqua dolce, che vi hanno lasciato i loro depositi, come il mare vi avea lasciato i suoi. Il nostro pianeta è adunque andato soggetto replicatamente ad enormi cataclismi, che l' hanno orribilmente sconvolto, e che hanno sepolto nel seno della terra la maggior parte dei vegetabili e degli animali che vivevano alla sua superficie.

I resultati delle ricerche fatte sulla stratificazione del globo e sulla natura degli esseri organizzati che vi si trovano dispersi, concordano perfettamente colla narrazione che fa Mosè nella Genesi, della creazione

della terra e dell'uomo. Infatti, secondo il sacro libro, Dio creò prima il cielo e la terra, quindi separò le acque superiori dalle inferiori, vale a dire separò l'oceano dall'atmosfera in cui si condensano le nubi; in terzo luogo riunì le acque inferiori in un medesimo luogo, pose a nudo le terre, creò i pesci, cioè a dire tutti gli animali acquatici come i molluschi, i crostacei ec., che il volgo distingue con tal nome generico, creò i rettili e gli uccelli, ed infine fece i grandi quadrupedi, le bestie, e l'uomo. Ora negli scavi operati trovansi negli strati superiori o superficiali le ossa di bestie feroci e di grandi quadrupedi, come di orsi, jene, lupi, mastodonti, elefanti ec. Al di sotto incontransi i più grandi rettili fossili, quali sono i coccodrilli, i megalosauri, gl'ittiosauri, i plesiosauri, gli pterodattili ec. Negli strati assai più inferiori incontransi i molluschi, sovente accumulati in immensi banchi; più oltre ogni traccia di animali sparisce ed incontransi soltanto avanzi di vegetabili, oltre di che ogni vestigio di organismo e di vita dispare. In quanto all'uomo non se ne è per anco trovato alcun avanzo nel seno della terra; e tale assenza di antropoliti è spiegata dall'epoca in cui l'uomo fu creato, conciossiachè egli ricevè l'esistenza dopo tutti gli altri animali: e poichè da quell'epoca in poi, una sola grande rivoluzione del globo è accaduta, e quindi un solo spostamento del mare, vale a dire il diluvio universale di cui parla la Bibbia, possiamo ragionevolmente supporre che i suoi resti esistano na-

scosti nel suolo, che forma il letto degli attuali nostri mari, dove non si potranno scoprire se non quando una nuova catastrofe riponesse a nudo questi fondi.

I cambiamenti operati dalle acque sulla superficie del nostro pianeta non si sono operati sempre nella stessa guisa: alcuni sono stati lenti e graduati, altri subitanei e profondi. Ciò è provato dall' osservare che certi strati sono orizzontali, continuati, privi di lacerazioni o di fenditure, e gli avanzi organici che racchiudono sono perfettamente conservati, potendovisi riscontrare tuttora le parti più sottili e delicate; mentre altri sono invece obliqui o verticali, ondulati, rotti e spaccati in varie parti, aventi le fessiture riempite di materie del tutto differenti da quelle che formano lo strato, e contenenti resti organici frantumati e mostranti di essere stati agitati da azioni violente.

I terreni stratificati sono stati divisi in due grandi classi, vale a dire, in *terreni fossiliferi* ed in terreni *stratificati privi di fossili*. I primi sono stati suddivisi in terreni *moderni*, *terziarj*, *secondarj*, ed in *terreni di transizione*, a seconda dell' epoca presupposta della loro formazione.

I *terreni moderni* contengono soltanto le spoglie di esseri organici sempre esistenti, e si sono formati non solo dopo la creazione dell' uomo, ma ben anco dopo l' ultimo diluvio. Essi sono i meno abbondanti, ma hanno grandissima importanza, imperciocchè formano la terra vegetale, che nutrisce tutti gli esseri viventi alla superficie del globo. La loro formazione è

dovuta all' accumulazione dei frammenti degli antichi terreni operata dagli agenti atmosferici, dalle acque e da tutte le altre cause di alterazione che dominano anche oggidì alla superficie della terra.

I *terreni terziarj* esistono immediatamente al di sotto dei moderni, e racchiudono soltanto gli avanzi di animali e di vegetabili che hanno perito in catastrofi anteriori al diluvio, la maggior parte dei quali sono totalmente spariti dalla terra, quantunqùe appartenessero a specie analoghe a quelle che sono sempre viventi. Mentre i terreni moderni occupano le parti più basse della terra, e giacciono al piede delle montagne o in mezzo alle valli, i terreni terziarj sono situati alla superficie di pianure immense, ove formano diversi strati successivi, alcuni dei quali sono dovuti all'acqua dolce, ed il maggior numero al mare. Gli strati che li formano sono generalmente in posizione orizzontale o appena inclinata, ed in quest' ultimo caso costituiscono delle colline poco considerevoli, e non s' incontrano mai alla sommità di alte montagne. È in questi terreni che incontransi quegl' immensi *depositi di conchiglie*, alcuni dei quali hanno varie leghe di estensione; quei *ciottoli rotolati* che le acque fluviali hanno lunga pezza trascinato prima di depositarli, quegli *enormi massi erratici*, che distaccatisi dai monti sonosi arrestati a distanze più o meno grandi dal luogo di loro primitiva posizione; quelle *brecce o caverne di ossami* piene di avanzi di animali, le cui specie vivono anche oggidì, come gli orsi, le jene, i cervi ec. È

pure in questi terreni che incontransi i mastodonti, vale a dire quegli enormi animali fossili che hanno tanta analogia cogli attuali elefanti. I principali materiali che l' uomo estrae pei suoi usi dai terreni terziarj sono le *argille* con cui fabbrica pietre artificiali da costruzione ed ogni sorta di vasellame, le *arenarie*, che gli somministrano eccellenti materiali per fabbricare edifizi, e per selciare le strade, le *marne*, o argille calcaree, vantaggiosissime nell' agricoltura per correggere alcuni particolari terreni vegetativi e renderli atti a determinate colture, la *pietra da gesso* da cui si ottiene il gesso tanto impiegato nella plastica ed eziandio come cemento, l'*alabastro* pregiato come pietra di ornamento, ed infine il *calcare*, il quale a seconda delle sue qualità è impiegato sia come materiale da fabbrica, sia per estrarne la calce, sia come pietra di ornamento allorquando è suscettibile di ricevere un bel pulimento, nel qual caso si conosce col nome di marmo. Ma i terreni terziarj non contengono alcun metallo in grandi masse; solo vi si riscontrano talvolta dei frammenti d' oro, di platino, di stagno, e perfino dei diamanti ed alcune altre pietre preziose.

I *terreni secondarj*, a differenza dei precedenti, hanno una stratificazione più o meno inclinata e sinuosa; s' inalzano spesso a considerevoli altezze, e discendono poi a grandi profondità, ond' è che non sempre sono ricoperti dai terreni precedenti, ma sono spesso superficiali, ed allora costituiscono un terreno arido ed improprio alla vegetazione. Ma non è a questo

vago carattere che potrebbero distinguersi i terreni di cui parliamo; ciò che li caratterizza si è la presenza dei considerevoli depositi di quelle rimarchevoli conchiglie che, attesa la loro forma, hanno ricevuto il nome di *corni di ammone* o *ammoniti*, e di quelle altre pure singolari, formate a guisa di dardo, che diconsi *belemniti*. Trovansi pure in questi terreni gli avanzi di quei grandi rettili, noti coi nomi *d'ittiosauri*, *plesiosauri* e *pterodattili*. Questi terreni sono evidentemente più estesi dei terreni precedenti, imperciocchè servono loro ovunque di letto ed in varj luoghi non sono ricoperti. Gli strati da cui sono formati sono generalmente molto grossi, e spesso in modo tale che si potrebbero prendere in alcuni luoghi per terreni massicci, se l'esistenza di avanzi organici non rendesse impossibile tale supposizione. Le rocce dominanti nei terreni secondarj sono la creta, le arenarie ed i calcari. Questi terreni sono forniti di pochi filoni metallici; non di meno vi s'incontrano qua e là alcune miniere di ferro, di piombo solforato o galena, e di carbonato di piombo. Gli strati più inferiori contengono anche qualche traccia di minerali di rame.

I *terreni di transizione* sono quelli che formano il passaggio dai terreni fossiliferi a quelli sprovvisti di fossili, e si distinguono da ciò, che i loro strati sono ordinariamente molto inclinati e talvolta perfino verticali, e s'inalzano ad una grande elevazione sui fianchi delle montagne primitive, e non di rado ne formano da per sè soli delle assai considerevoli. Gli avanzi

organici che racchiudono, consistono in numerose conchiglie, in rarissimi avanzi di vertebrati, ed in considerevoli ammassi di vegetabili mineralizzati. Questi terreni, anche più estesi dei precedenti, sono principalmente costituiti dal *terreno carbonifero*, così chiamato a motivo della immensa quantità di carbon fossile che contengono. Vi s' incontrano di sovente le *ardesie*, *il calcare compatto*, che spesso costituisce dei bellissimi marmi, dei filoni di minerali di piombo, zinco, pirite di ferro e di rame, argento, antimonio, cobalto ec., ed anco delle pietre preziose come granati, tormaline e simili.

I *terreni stratificati senza fossili* sono i più antichi depositi lasciati dalle acque; la terra non aveva per anco abitanti quando vi si formarono; essa non presentava sulla sua superficie veruna traccia di vegetazione; almeno gli strati più o meno regolari che compongono questi terreni non presentano alcun avanzo simile a quelli che s'incontrano nei terreni precedenti. La stratificazione di questi terreni è generalmente più irregolare di quella degli strati superiori; ed infatti essendo stati dei primi formati, e avendo quindi subíto tutte le rivoluzioni che hanno agitato il nostro pianeta, hanno dovuto esser rotti, frantumati, raddirizzati e sconvolti in tutti i sensi, ond'è che talora incontransi sulla cima delle più alte montagne ed ora nelle più grandi profondità del suolo. Gli strati che formano hanno talvolta una tal grossezza che non sembrano stratificati, e ciò rende di frequente assai difficile la di-

stinzione di questi terreni dai massicci. Non di meno incontransi generalmente in questi dei frammenti appartenenti ai terreni precedenti, il che non accade mai nelle rocce primitive. Ciò che hanno di più rimarchevole questi terreni, si è di presentare delle rocce, le quali quantunque formatesi per deposito di acque, sono di struttura cristallina. Tra le materie minerali cristallizzate che incontransi in questi terreni, meritano particolar menzione il *cristallo di rocca* ed il *calcare saccaroide* tanto ricercato dagli scultori per la sua bianchezza ed il suo bell'aspetto. Il celebre marmo di Carrara è di questa specie. Questi terreni sono inoltre preziosi pei numerosi filoni metallici che racchiudono; conciossiachè contengono le più ricche miniere di stagno, argento, platino ed oro; e si può dire che quasi la totalità dell'oro del commercio venga estratto da essi.

Terreni di origine ignea.

I terreni di origine ignea differiscono principalmente da quelli di origine acquosa, in ciò che non sono stratificati e non contengono mai avanzi organici. Le rocce che li costituiscono presentano sempre con evidenza l'aspetto di materie che subirono la fusione, ed accolgono sovente nella loro massa dei minerali cristallizzati; o sono anche quasi totalmente costituite di cristalli tra loro variamente intralciati. Alcune di queste rocce trovansi sempre sottoposte ai terreni

stratificati, e formano coni, cupole o masse allungate, sopra o intorno alle quali giacciono gli strati di origine acquosa: perciò diconsi *sottogiacenti*. Altre poi riposano sulle rocce stratificate, e quindi sono state chiamate *sopragiacenti*. Altre infine si trovano interposte nelle fenditure dei terreni nettuniani e formano delle *dighe*, le quali talvolta si espandono in alto, divenendo ivi sopragiacenti.

Tre sorta di terreni ignei sono stati distinti dai geologi; vale a dire: i *vulcanici*, i *piroidi*, e i *plutonici propriamente detti*, altrimenti chiamati *di sollevamento*.

I terreni vulcanici sono principalmente contrassegnati dalla forma e dalla disposizione delle rocce che li costituiscono. Queste consistono in *lave*, *tufi* e *conglomerati vulcanici*, *pozzolane*, *scorie*, *ceneri* ed altre simili materie, che furono tutte eruttate da qualche vulcano; e sono disposte a letti, in guisa tale che danno origine a montagne coniche troncate più o meno profondamente nell'apice e fornite di un cratère più o meno apparente. Molti antichi vulcani sono talmente guasti e lacerati dal tempo, che le forme primitive delle loro materie sono interamente cambiate, nè si ravvisano più le correnti di lava che versarono. Pure una certa pratica delle rocce vulcaniche prodotte dai vulcani che si conservano attivi, basta a distinguerle in qualunque scarso avanzo che ne rimane. Le lave e le altre rocce vulcaniche sono adunque masse ignee sopragiacenti, cioè a dire che sono uscite in forma

pastosa dall'orifizio de' vulcani e si sono distese sopra i terreni preesistenti. Talvolta però incontransi anche in forma di dighe; ma quando ciò avviene, le rocce che traversano sono sempre della loro medesima natura; cioè lave e conglomerati vulcanici. Quanto alle epoche della formazione delle rocce vulcaniche, esse sono variabilissime, essendovene alcune remotissime ed altre invece recentissime, poichè si formarono sotto i nostri occhi.

I *terreni piroidi* o *trappici*, non differiscono, quanto alla composizione delle rocce che li costituiscono, dai vulcanici; ma le forme di queste rocce sono al tutto differenti da quelle. Infatti la loro disposizione generale non mostra veruna apparenza vulcanica; non si veggono in esse forme di cratèri nè di correnti di lave. Sorgono spesse volte a modo di coni e di cupole composte di una sola massa pietrosa, e dánno origine ad un aggregato di monti spesso riuniti alle basi, separati alla sommità. Questa forma sembra indicare che quando la roccia fu sollevata da fuochi sotterranei avea una fluidità pastosa molto densa, la quale non permise che si riversasse lateralmente e si spandesse in forma di corrente sui vicini terreni. In questi casi i terreni di cui discorriamo sono sottogiacenti; talvolta però ricoprono i terreni nettuniani, od alternano coi loro strati. La forma di dighe è frequente in queste rocce, e la infiltrazione delle medesime avviene in ogni genere di terreni. Le principali rocce trappiche sono i *basalti*, le *trachiti*, le *ossidiane* ec. I terreni basaltici

si distinguono ovunque per la particolarità che presentano le rocce che li formano di essersi divise o screpolate in lunghi prismi, dei quali la disposizione variata eccita l'ammirazione degli osservatori. Talvolta questi prismi convergono verso una comune sommità; talvolta conservandosi paralleli presentano l'aspetto di superbe colonnate; tal'altra essendo troncati ad uno stesso livello, offrono l'apparenza di selciati, composti di pezzi prismatici addossati fra loro, e sovente disposti ad anfiteatro gli uni al di sopra degli altri. La grandezza e l'aspetto imponente di questi selciati ha meritato loro il nome di *pavimenti*, o *strade de'giganti*. L'Irlanda ne offre degl'immensi. Qualche volta i terreni basaltici sono incavati ed offrono delle grotte oltremodo rimarchevoli, fra le quali la più celebre si è quella di Fingal nell'isola di Staffa in Iscozia. Essa è formata in mezzo ad immense colonne prismatiche di basalto, ed il mare penetra nel suo interno.

Intorno all'origine dei terreni piroidi, i geologi non sono d'accordo fra loro. Alcuni credono che sieno prodotti da antichissimi vulcani, simili a quelli che ora ardono sul globo, i quali per essere andati soggetti a molti fisici sconvolgimenti hanno perduto la primitiva apparenza, essendo stati spogliati del mantello di lave, di scorie e di ceneri che sempre ricuopre gli attuali vulcani. Altri invece considerano questi terreni come prodotti da un meccanismo diverso da quello che dà origine alle rocce vulcaniche, e fondano la loro opinione sulle differenze che si osservano

nella forma e positura di queste due sorta di rocce, dalle quali si deduce che le trappiche non furono versate da un cono crateriforme alla maniera delle correnti di lave, ma piuttosto vennero fuora in forma di escrescenze, ovvero, insinuandosi nelle fenditure delle rocce preesistenti, si distesero sulla superficie esterna del suolo. Di queste due opinioni la seconda appare più verosimile: imperocchè la prima si fonda su di un'ipotesi; la seconda su manifeste analogie.

I *terreni* di *emersione* o *plutonici*, quantunque prodotti da azioni ignee, come i vulcanici, non presentano alcuna somiglianza con questi: essi ne differiscono tanto nella composizione mineralogica quanto nella forma e nella positura. Accostansi piuttosto per la forma generale delle loro masse ai terreni trappici; ma differiscono grandemente da questi per la struttura e composizione delle rocce che li formano. Difatti le rocce plutoniche presentano la tessitura cristallina per eccellenza, perocchè sono formate di parti cristalline separate, distinte, e talvolta anco di assai grandi dimensioni. In queste rocce s'incontra il quarzo, che mai apparisce nei precedenti terreni ignei, ed invece non vi si scorgono mai materie scoriacee, o altre che possano immediatamente attestare l'azione del fuoco. La loro struttura caratteristica è la *massiccia*, e solo sono divise da fenditure accidentali. Non avviene mai di scorgervi quelle interne cavità o cellule che caratterizzano le lave e le altre rocce vulcaniche e trappiche, e che furono prodotte dall'espansione dei gas

nell'interno della loro massa mentre erano fuse. Le rocce plutoniche mostrano perciò di essersi formate a grandi profondità nella terra, e di aver cristallizzato per un lento raffreddamento sotto una pressione enorme che impediva l'espansione dei gas. I terreni di cui discorriamo sono costituiti da tre soli generi di rocce, vale a dire da' *graniti*, dai *porfidi* e dalle *ofioliti* o *serpentini*. Formano non di rado queste rocce delle masse montagnose che molto si estendono in lunghezza; ma più di sovente delle masse isolate in forma di cupole, di coni o di altre protuberanze. Qualche volta s' incontrano in forma di dighe che traversano le formazioni sovrastanti. Il granito suole spesso mostrarsi in questa forma, come avviene di osservare nell' isola d' Elba. Di ordinario le rocce plutoniche sono *sottogiacenti*, ma occorre in qualche caso di vederle anco riversate sulle rocce acquose ad esse sovrapposte.

Anche intorno alla origine dei terreni plutonici regna la stessa divergenza di opinioni che abbiamo accennata rapporto ai terreni trappici. Alcuni geologi sono di parere che il granito e le altre rocce plutoniche non sieno, come le trappiche, più in via di formazione, neanco nelle più ime viscere del globo, ed opinano che si producessero per azioni e per circostanze differenti da quelle che hanno luogo di presente nella corteccia terrestre. Essi appoggiano questa loro opinione sulle notabili differenze che passano in ogni riguardo tra queste rocce ignee e le altre che anche ai dì nostri produconsi. Altri sono di avviso contrario, e credono

che il calore che negli attuali vulcani attivi si estende a grandissime profondità, debba produrre simultaneamente alla superficie e a grandi distanze al di sotto, effetti molto differenti, e quindi possa dar luogo nella prima circostanza alle lave ed alle altre materie vulcaniche, e nell'altra alle rocce piroidi ed ai graniti. Perciò essi considerano le antiche rocce plutoniche che ora vediamo sporgere sulla superficie terrestre, come prodotte nelle parti più profonde de' primi vulcani del globo da cui emersero, e di cui i prodotti superficiali di natura vulcanica sarebbero stati da molte vicende distrutti. Ma a quest' ultima ipotesi è da opporsi che non è mai avvenuto di vedere lanciati dei frammenti di granito o di porfido dalle esplosioni degli antichi o de' recenti vulcani, come parrebbe che dovesse accadere se in realtà le radici de' medesimi consistessero in grandi ammassi di coteste rocce. Sembra adunque più probabile che i graniti e gli altri prodotti analoghi, come anche le rocce trappiche, si sieno sollevati dal seno della terra mediante un meccanismo differente da quello che costituisce i vulcani, ed in uno stato di pastosità molto più densa di quella delle lave e delle altre materie vulcaniche.

Ed appunto a questi successivi sollevamenti avvenuti in epoche più o meno distanti tra loro, debbonsi attribuire i ripetuti sconvolgimenti cui andò soggetta la corteccia terrestre, e che ci sono attestati dallo spostamento più o meno profondo che subirono gli strati preesistenti, e pel quale di orizzontali diven-

nero inclinati od anco verticali; e dalle lacerazioni che presentano. In questa guisa formaronsi le diverse catene di montagne che s'inalzano sulla superficie della terra; e quantunque in molte di esse il nucleo costituito dalla materia emersa, non siasi fatto giorno attraverso i terreni sollevati e sconvolti, devesi per analogia ammetterne l'esistenza, mentre nella maggior parte dei casi, desso apparisce in varj punti od anco costituisce la cresta dei monti.

Ma quali sono le cause fisiche che hanno prodotto i sollevamenti di cui parliamo, e pei quali così di frequente si cangiò la forma de' continenti e de' mari? Intorno a ciò l'immaginazione ha trovato un vasto campo ove spaziare, e le ipotesi sono perciò numerose. Ma quando attentamente si studiano i fatti relativi alla fisica del globo, è forza riconoscere una causa, che se non è stata l'unica a produrre tutte le rivoluzioni terrestri, v'ha almeno esercitato la maggiore influenza; ed è il primitivo stato di fusione della terra. Le prove di tal fatto le abbiamo: nella forma sferoidale del globo, schiacciato ai poli; forma che di necessità assume una sfera di materia pastosa che si aggiri sul proprio asse; nel calore crescente che incontriamo a misura che si discende verso il centro della terra, e che dimostra essere il nucleo della medesima tuttora incandescente ed allo stato di fusione; ed infine nella esistenza dei vulcani, che eruttano di tratto in tratto masse considerevoli di materie fuse sgorganti dalle viscere del globo.

FORMAZIONE DELLA CORTECCIA TERRESTRE.

Adunque fu la terra creata allo stato di massa fusa e incandescente, ed in tale condizione l'acqua e molte altre materie che ora incontransi ne'suoi strati dovevano allora esistere allo stato gassoso e costituirne l'atmosfera. Ma quando la superficie terrestre cominciò a raffreddarsi per l'irraggiamento nello spazio, cominciò a formarsi una crosta solida sulla quale si condensarono le acque dell'atmosfera e la contornarono di un grande strato liquido, il quale dovendo essere fortemente agitato intaccò le rocce primitive, trasportandone i frammenti a distanze considerevoli, per depositarli in forma di strati nei luoghi ove era più calma. Così, al certo, formaronsi i primi terreni stratificati, i quali infatti sono depositati in strati quasi orizzontali. Continuando il globo a raffreddarsi, e quindi dovendo la sua massa contrarsi, ne dovette accadere che la prima crosta solida, non essendo più in tutte le sue parti sostenuta, si fendesse in varie direzioni. La materia fusa dell'interno sortì dalle crepature e produsse nei lati delle medesime dei sollevamenti e dei raddirizzamenti negli strati già formati. In tal maniera formaronsi le catene dei monti, i cui fianchi rimasero coperti dagli strati sollevati, mentre nelle cime l'interna materia liquida di sovente si fece strada. Se i fianchi della catena furono nuovamente sommersi, nuovi depositi formaronsi sui medesimi, ma i loro

strati orizzontali non furono più paralleli agli anteriori, almeno nelle parti in cui questi furono sollevati, e così ebbero origine le stratificazioni discordanti. Altre screpolature sopraggiunsero nella corteccia del globo in direzioni diverse dalle prime, e così ebbero origine nuovi sistemi di montagne che a lor volta dettero luogo alla formazione di più recenti terreni di sedimento.

S'ignora come le piante e gli animali poterono svilupparsi alla superficie del globo; ma è certo che non poterono esistere esseri viventi sulla terra, se non quando la sua temperatura superficiale divenne assai moderata: perciò non fa meraviglia di non incontrare i loro vestigi nei primi depositi sedimentarj. Le prime tracce di tali esseri mostransi alquanto più tardi. Ma i grandi sconvolgimenti prodotti dal sollevamento di qualche catena di montagne, doverono quasi istantaneamente far perire gli animali e i vegetabili esistenti, e seppellire i loro avanzi entro gli strati che si depositarono. L'equilibrio pertanto dopo qualche tempo ristabilivasi; un nuovo periodo di calma sopraggiungeva, e la vita in conseguenza ricompariva, sotto altre influenze e quindi sotto altre forme; sicchè nuove specie di animali ripopolavano i mari e i continenti, nuove piante ricuoprivano il suolo, nuovi strati di materie terrose formavansi in fondo ai mari ed ai laghi. A siffatta tranquillità poneva fine una nuova catastrofe, a cui succedeva un'altra epoca di quiete; e così rinnovaronsi successivamente i terreni di deposito, e le

specie animali e vegetabili che comparvero sulla terra. Ma in queste ultime l' organizzazione andò successivamente perfezionandosi, ond' è che mentre nei depositi più antichi non incontriamo se non avanzi di molluschi o di altri animali egualmente semplici, a misura che i terreni si fanno più recenti vi scorgiamo gli avanzi dei pesci, dei rettili, ed infine dei quadrupedi. L' uomo fu l' ultima delle creature viventi che comparve sulla terra, e di esso non avviene mai d' incontrare avanzi fossili sepolti negli strati dei veri terreni di sedimento. Gli sconvolgimenti a cui l'uomo ha assistito, e di cui si conserva la memoria negli annali dei popoli, sembra che sieno stati parziali o non abbiano prodotto cambiamenti tanto profondi sulla superficie terrestre. Il Diluvio universale descritto dalla Sacra Scrittura fu al certo l' ultimo sconvolgimento più generale e profondo del globo, poichè ebbe potenza di sommergere tutti gli uomini e gli animali, ad eccezione di pochi individui. Le tracce di questa catastrofe giacciono probabilmente nascoste in fondo ai mari attuali. Alcuni geologi l'attribuiscono al sollevamento della catena delle Ande e della catena vulcanica dell' Asia centrale, le quali presentano dei caratteri assai distinti di origine recente.

FINE.

INDICE.

449,308